

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
**«КУЗБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ
АКАДЕМИЯ»**

*Посвящается 80-летию
Сибирского государственного
индустриального университета*

**НАУКА И МОЛОДЕЖЬ:
ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ**

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЧАСТЬ IV

*Труды Всероссийской научной конференции
студентов, аспирантов и молодых ученых
4-7 мая 2010 г.*

выпуск 14

**Новокузнецк
2010 г.**

ББК 72.4(2)713660

Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Под общей редакцией Л.П. Мышляева; СибГИУ. – Новокузнецк, 2010. – Вып. 14. – Ч. IV. Технические науки. – 472 с.

Редакционная коллегия:

д.т.н., профессор Л.П. Мышляев, к.т.н., доцент Панова В.Ф. (секция «Актуальные проблемы строительства»), к.х.н., доцент Киселева Т.В. (секция «Экология. Безопасность. Рациональное использование природных ресурсов»), к.т.н., доцент Власкин Ю.К. (секция «Перспективные технологии разработки месторождений полезных ископаемых»), к.т.н., доцент Кунин П.Н. (секция «Современные информационно-управляющие системы и промышленные установки»).

Под общей редакцией Л.П. Мышляева

В сборнике представлены труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых по результатам научно-исследовательских работ.

IV часть сборника посвящена актуальным вопросам в области технических наук: актуальных проблем строительства, экологии, безопасности, рационального использования природных ресурсов, перспективных технологий разработки месторождений полезных ископаемых, современных информационно-управляющих систем и промышленных установок.

Материалы сборника представляют интерес для научных и научно-технических работников, преподавателей, аспирантов и студентов вузов.

ISBN 5-7806-0244-4

Сибирский государственный
индустриальный университет
2010

I. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА

УДК 502.6:69

СОВРЕМЕННАЯ ПРОБЛЕМА СТРОИТЕЛЬСТВА: ИСЧЕРПАНИЕ ЗАПАСОВ ПРИРОДНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Рахимова И.И.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Павленко С.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Среди глобальных проблем, которые обостряются в современном мире, помимо экологической, энергетической, демографической и продовольственной, немаловажное место занимает также проблема минеральных сырьевых ресурсов.

Очевидно, что мировые природные ресурсы нашей планеты не безграничны. Человек и общество в целом на протяжении всего периода своего существования активно потребляют мировые запасы природных ресурсов планеты. Чем выше становится уровень развития общества, тем больше ресурсов задействовано в функционировании мирового хозяйства.

Главными причинами усиливающегося антропогенного воздействия на окружающую среду служит возрастание масштабов промышленного и сельскохозяйственного производства, увеличение объемов строительства и др.

Для природы подобный рост использования природных сырьевых ресурсов является разрушительным и порождает такие вопросы как:

- на сколько еще хватит запасов природных минеральных ресурсов?
- когда и кем будут ликвидированы накопившиеся отходы?

Если в прошлом экологическая политика была сконцентрирована, главным образом, на проблеме загрязнений, возникающих в процессе промышленного производства, то в будущем более острой становится проблема, связанная с катастрофическим нарастанием дефицита природных минеральных ресурсов, в следствии их нерационального использования и проблема, связанная с ликвидацией отходов от последствий производственной деятельности.

Во избежание глобальной экологической катастрофы необходимы радикальные изменения в структуре производства и потребления, в частности, сокращение потребления природных минерально-сырьевых ресурсов и создание новых технологий по использованию вторичных минеральных отходов.

Задача сохранения и рационального использования природных ресурсов нашей планеты – одна из приоритетных в развитии современного мирового хозяйства.

Несмотря на явно видимый дефицит ресурсов, человечество использует их все в больших количествах и все ускоряющимися темпами. По данным ЮНЕСКО ежегодно в мире из недр извлекают более 300 млрд. т. сырья.

Проблема роста населения, роста объемов производства и истощения ресурсов стоит очень остро, и просто необходимо ввести какие-либо меры регулирования потребления природных ресурсов, иначе человечество постигнет незавидная участь.

Задачами рационального использования является более полное извлечение из недр природных минеральных ресурсов и комплексное использование минерального сырья. Как известно, каждая отрасль извлекает необходимые им элементы, а большая часть ресурсов выбрасывается в отвал, водоемы и атмосферу из-за отсутствия технологии их извлечения.

В связи с этим, в настоящее время исключительно важное значение имеет разработка новых технологических процессов, ведущих к резкому сокращению, а затем и устранению потерь при добыче (заготовке), переработке и использовании природных минеральных ресурсов. Наряду с лучшим использованием естественных минеральных ресурсов, высокую актуальность имеет задача создания новых составов и технологий строительных материалов из вторичных минеральных ресурсов с целью максимального вовлечения в оборот вторичного сырья. Поскольку запасы вторичных минеральных отходов начинают преобладать перед природными, использование вторичных минеральных ресурсов позволит решить следующие проблемы:

- экологические;
- проблемы рационального использования природных минеральных ресурсов;
- снижение энергоемкости производства;
- снижение стоимости строительных материалов.

Использование техногенного сырья - мощный экологический ресурс. Значение вторичных сырьевых ресурсов для поддержания экологически безопасного уровня воздействия на окружающую среду весьма значительно, в частности, их использование является одним из необходимых условий внедрения малоотходных и безотходных технологий.

Важную роль в утилизации вторичных минеральных ресурсов (ВМР) играет строительство. Как известно, эта отрасль используют два вида сырья: природное и техногенное (вторичное).

К сожалению, многие районы России не обеспечены природным сырьем в необходимом количестве, а в других - их запасы значительно истощены. Во многих случаях это приводит к значительным затратам на их транспортировку из других районов, что нецелесообразно ни с экономической, ни с экологической точки зрения.

Поэтому с развитием техники и ухудшением в стране экологической ситуации все большее значение в строительной отрасли начинают приобретать ВМР. К ним относят самые разнообразные промышленные отходы и побочные продукты производства: металлургические шлаки, бокситы и шламы, отходы горно-обогатительных комбинатов, зола и золошлаковые отходы от ТЭС, отходы углеобогащения, вторичные полимеры, продукты переработки древесины и др.

Техногенное сырье рассматривается многими специалистами как национальное достояние, как исключительно ценный продукт,

аккумулирующий в себе ранее затраченные инвестиционные и энергетические ресурсы. Его использование в производстве строительных материалов во многих случаях оказалось значительно дешевле, чем разработка и освоение природных ресурсов.

Использование техногенного сырья для производства строительных материалов с экологической точки зрения весьма перспективно:

- резко сокращаются объемы добычи дефицитных природных строительных материалов;

- утилизируется и химически прочно связывается огромное количество загрязняющих окружающую среду промышленных отходов;

- освобождаются ценные земельные участки, отчуждаемые под золошлаковые и шламовые хранилища и др.

В разработку новых технологий по использованию ВМР определенный вклад вносит и Сибирский государственный индустриальный университет. Основные направления деятельности сосредоточены на использовании золошлаковых отходов и металлургических шлаков [3, С. 40-42].

Золошлаковые отходы – незаменимый компонент формовочных смесей для получения высококачественных строительных материалов. Их используют для производства ячеистого бетона, силикатного кирпича, пенозолсиликата и т.д. ЗШО считаются прекрасным цементосберегающим материалом. Одновременно улучшается структура цементного теста и повышаются теплозащитные свойства конструкций.

Металлургические шлаки – высококачественное сырье для производства шлакопортландцементов, шлаковаты, гипсошлаковых блоков, щебня и др. Годовой объем выхода шлаков металлургических заводов исчисляется многими десятками миллионов тонн. В нашей стране очень высок объем утилизации доменных шлаков, 80% выхода которых идет для изготовления шлакопортландцемента и пористых заполнителей [2, С. 40-42].

Нашим университетом создано бесцементное вяжущее из минеральных отходов промышленности, разработаны огнестойкие строительные материалы из ВМР с использованием механохимического синтеза, проведены исследования по использованию мартеновских шлаков в качестве заполнителей мелкозернистых бетонов и при производстве теплоизоляционного материала пеносиликата. Разработаны технологии по производству бесцементных бетонов на основе зол и шлаков ТЭС. Кроме того, проведено множество исследований вторичных минеральных ресурсов, с целью их комплексной глубокой переработки [1, С. 65-69].

Помимо рассмотренных выше золошлаковых отходов, металлургических шлаков при производстве строительных материалов находят применение и другие виды техногенного сырья. Важно подчеркнуть, что практически для любого вида выпускаемых в России строительных материалов вместо природного сырья возможно и экологически целесообразно использование различных видов техногенного сырья. Вторичные ресурсы необходимо широко использовать не только в производстве строительных материалов, но и в дорожном строительстве, в фундаментостроении, при устройстве гидротехнических плотин и др.

В последние годы в нашей стране использование промышленных отходов как в строительстве, так и в производстве строительных материалов заметно сократилось, что связано и с общим падением уровня промышленного производства, и с отсутствием должного стимулирования науки в области использования ВМР в производстве.

Низкий уровень использования техногенного сырья в России, помимо указанных выше причин, вызван принципиально различным подходом к этой проблеме в экономически развитых странах и в России. Там, например, золошлаки являются продуктом, а не отходом, использованием этого продукта занимаются его производители, т.е. ТЭС.

Библиографический список

1. Аксенов А.В. Исследование вторичных минеральных ресурсов для их комплексной глубокой проработки [Текст]/ А.В. Аксенов // Перспективные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. / Новокузнецк, 2001 г.;
2. Павленко С.И., Аксенов А.В. Новое композиционное вяжущее и мелкозернистый бетон на его основе из вторичных минеральных ресурсов. Монография:-М.: Издательство АСВ, 2005.-138 с.;
3. Павленко С.И. Мелкозернистый бетон из отходов промышленности [Текст]: учеб. Пособие / С.И. Павленко. – М.: АСВ, 2007. – 176 с.

УДК 666.943

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗОЛЫ - УНОС ОТ БУРЫХ УГЛЕЙ КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЯЖУЩЕГО

Кирьянова Е.В.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В производстве вяжущих материалов использование золы является наиболее эффективным способом ее применения. Золой можно рассматривать как в значительной мере подготовленное сырье. В состав входит окись кальция (СаО) связанная в различных химических соединениях, в том числе и в виде двухкальциевого силиката - одного из минералов цементного клинкера. Золой также как и горелые породы относятся к отходам энергетического комплекса. Объектом исследования является зола-унос от бурых углей из электрофильтров Берёзовской ГРЭС-1. Цель данной работы - изучение свойств золы и получение на её основе цемента.

Зола-унос тепловых электростанций образуется при пылевидном сжигании твёрдых топлив. При вдувании топливно-воздушной смеси в топку котлоагрегата органическая часть сгорает, а минеральные компоненты разлагаются, окисляются, плавятся, взаимодействуют друг с другом и в виде золы уносятся из топки газообразными продуктами горения. Для исследования

вещественного состава была взята зола Березовского ТЭЦ от бурых углей.

Перед применением любого промышленного отхода необходимо проверить его радиоактивность и токсичность, т.е. вреден ли он для здоровья человека. Радиоактивность определяется по ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение эффективной удельной активности естественных радионуклидов». Радиоактивными элементами в сырье для производства строительных материалов являются: R²²⁶ (радий), Th²³² (торий), K⁴⁰ (калий).

Суммарная удельная активность A_{эфф}, Бк/кг по формуле:

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,31 A_{Th} - 0,085 - A_k,$$

где A_{Ra}, A_{Th}, A_k – удельная активность, Бк/кг. Для сырьевых материалов A_{эфф} должна быть < 370 Бк/кг, только в этом случае сырье могло быть применено для всех видов строительных изделий.

Токсичность сырья оценивается по количеству выделяемых вредных веществ в воздух (мг/м³) и нормируется по предельно допустимой концентрации (ПДК). К вредным веществам относят: NO₂; MnO₂; мышьяк; ртуть; сернистые соединения; хлор; сажа; свинец; и другие соединения.

Таблица – Химический состав промышленных отходов

Наименование	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O+K ₂ O	SO ₃	FeO	п.п.п.
Зола – унос от бурых углей	27,22	12,01	43,04	8,4	5,89	1,07	1,95	-	0,83
Горелые породы	66,65	9,0	7,29	5,98	0,41	8,6	0,68	0,35	0,61

Для оценки свойств золы определяются ее основные характеристики: модуль основности (M₀), модуль активности (M_a), коэффициент основности (K_{осн}).

Модуль основности (M₀) золы-унос от бурых углей определяется отношением содержащихся в ней основных окислов к общей сумме кислотных окислов, %, и рассчитывается по формуле:

$$M_0 = \% (CaO + MgO) / \% (Al_2O_3 + SiO_2) = (43,04 + 5,89) / (12,01 + 27,22) = 1,25$$

Модуль активности (M_a) характеризуется отношением, %, глинозема в золе к содержанию кремнезема:

$$M_a = \% Al_2O_3 / \% SiO_2 = 12,01 / 27,22 = 0,44$$

По результатам исследования изучаемая зола-унос относится к ультраосновной группе и как компонент вяжущего является малоактивным (M_a = 0,44, что < 2,5).

Для оценки качества золы применен коэффициент основности силикатов (K_{осн}):

$$K_{осн} = (CaO + 0,93 MgO + 0,59 K_2O + 0,9 Na_2O) - (0,55 Al_2O_3 + 0,35 Fe_2O_3 + 0,7 SO_3) / 0,93 SiO_2 ;$$

$$K_{осн} = (43,04 + 0,93 \times 5,89 + 0,59 \times 0,56 + 0,9 \times 0,51) - (0,55 \times 12,01 + 0,35 \times 8,4 + 0,7 \times 1,95) / 0,93 \times 27,22 = (49,31 - 10,91) / 25,32 = 1,52$$

$K_{\text{осн}}$ позволяет характеризовать исходное сырье, и определить направленность его применения. Все минеральные строительные материалы и сырье для их производства можно разделить на 5 групп по величине $K_{\text{осн}}$: ультраосновные – от 1,6 до $+\infty$; основные – 1,2...1,6; средние – 0,8...1,2; кислые – 0,0...0,8; ультракислые – менее 0,0 до $-\infty$.

Практика показала, что после тепловой обработки максимальную прочность обеспечивают материалы, имеющие $K_{\text{осн}}=1,2...1,6$. По расчетам $K_{\text{осн}}$ полученный из формулы стоит как раз в этом пределе ($1,2 < K_{\text{осн}} = 1,52 < 1,6$). Но для активизации золы, требуется ТО и введение кислого компонента. Таким компонентом являются горелые породы, для их использования понижаем $K_{\text{осн}}$ до 1,3.

Найдем модуль основности (M_0), модуль активности (M_a) и коэффициент основности ($K_{\text{осн}}$) горелых пород:

$$M_a = \% \text{ Al}_2\text{O}_3 / \% \text{ SiO}_2 = 9,0 / 66,65 = 0,14$$

$$M_0 = \% (\text{CaO} + \text{MgO}) / \% (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2) = (7,29 + 0,41) / (9 + 66,65) = 0,1$$

$$K_{\text{осн}} = (\text{CaO} + 0,93 \text{ MgO} + 0,59 \text{ K}_2\text{O} + 0,9 \text{ Na}_2\text{O}) - \\ - (0,55 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 0,7 \text{ SO}_3) / (0,93 \text{ SiO}_2 - 0,83 \text{ FeO});$$

$$K_{\text{осн}} = (7,29 + 0,93 \times 0,41 + 0,59 \times 4,3 + 0,9 \times 4,3) - (0,55 \times 9 + 0,35 \times 5,98 + 0,7 \times 0,68) / \\ / (0,93 \times 66,65 - 0,83 \times 0,35) = 14,08 - 7,52 / 62,28 = 0,11$$

По результатам расчетов зола-унос от бурых углей относится к ультракислой группе и как компонент вяжущего является малоактивным ($M_a = 0,14$, что $< 2,5$).

Для нахождения соотношения компонентов решается уравнение:

$$[(\text{CaO} + 0,93 \times \text{MgO}) - (N \times 0,93 \times \text{SiO}_2 + 0,55 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \times \text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,7 \times \text{SO}_3)] X / \\ / (N \times 0,93 \times \text{SiO}_2 + 0,55 \times \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \times \text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,7 \times \text{SO}_3) - (\text{CaO} + 0,93 \times \text{MgO}) = 1$$

$$[(43,04 + 0,93 \times 5,89) - (1,3 \times 0,93 \times 27,22 + 0,55 \times 12,01 + 0,35 \times 8,4 + 0,7 \times 1,95)] X / \\ / (1,3 \times 0,93 \times 66,65 + 0,55 \times 9 + 0,35 \times 5,98 + 0,7 \times 0,68) - (7,29 + 0,93 \times 0,41) = 1$$

$$4,7 X = 80,43$$

$$X = 17,11$$

где N – заданное число $K_{\text{осн}}=1,3$;

X – количество массовых частей золы ($K_{\text{осн}} > 1$) на 1 часть породы ($K_{\text{осн}} < 1$).

Таким образом, сырьевая смесь в частях:

$$1_{(\text{гор.пор})} + 17,11_{(\text{зола})} = 18,11$$

Если 18,11 принять за 100%, то количество горелых пород X_1 , %, составляет:

$$X_1 = (1 \times 100) / 18,11 = 5,85\%.$$

Тогда количество золы-унос от бурых углей X_2 , %, составляет:

$$X_2 = 100 - 5,85\% = 94,15\%.$$

Вывод: результаты расчетов показали, что исследуемая зола-унос от

бурых углей является ультраосновной. Для получения вяжущего к ней необходимо добавить кислый активизатор, например, горелые породы. Шихта рассчитана из условия заданного $K_{осн}=1,3$. В этом случае состав зольного вяжущего состоит из 2-х компонентов – золы и горелой породы в соотношении 1:17,11. Для активизации горелых пород рекомендуется использовать ТО и дополнительное измельчение. С целью повышения активности золы, ее необходимо подвергнуть ТВО или автоклавной обработки.

УДК 666.943

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОМЕННОГО ШЛАКА КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЯЖУЩЕГО

Чупина А.И., Анисимова О.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Карпачева А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время в строительстве широко используются шлаки металлургического производства: для отсыпки авто- и железных дорог, в качестве заполнителей в шлакобетонах, при производстве вяжущих и т.д. Объект исследования – доменный шлак. Химический состав шлака приведен в таблице 1.

Цель исследования: оценить металлургический шлак, как сырье для производства вяжущего;

Перед применением любого промышленного отхода необходимо проверить его радиоактивность и токсичность, т.е. вреден ли он для здоровья человека.

Радиоактивность определяется по ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение эффективной удельной активности естественных радионуклидов». Радиоактивными элементами в сырье для производства строительных материалов являются: R^{226} (радий), Th^{232} (торий), K^{40} (калий).

Суммарная удельная активность $A_{эфф}$, Бк/кг по формуле:

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,31 A_{Th} - 0,085 - A_K,$$

где A_{Ra} , A_{Th} , A_K – удельная активность, Бк/кг. Для сырьевых материалов $A_{эфф}$ должна быть < 370 Бк/кг, только в этом случае сырье могло быть применено для всех видов строительных изделий.

Токсичность сырья оценивается по количеству выделяемых вредных веществ в воздух ($м^2/м^3$) и нормируется по предельно допустимой концентрации (ПДК). К вредным веществам относят: NO_2 ; MnO_2 ; мышьяк; ртуть; сернистые соединения; хлор; сажа; свинец; и другие соединения.

Таблица 1 – Химический состав промышленных отходов

Наименование	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	MgO	Na ₂ O+K ₂ O	TiO ₂	Mn ₃ O ₄	SO ₃
Металлургический шлак	62,2	23,74	1,7	6,44	2,16	2,59	0,5	0,67	-
Известь	0,66		93,34		4,43				0,17

Для оценки свойств шлака определяются их основные характеристики: модуль основности (M_0), модуль активности (Ma), коэффициент основности ($K_{осн}$).

Модуль основности (M_0) металлургического дробленного шлака определяется отношением содержащихся в нем основных окислов к общей сумме кислотных окислов, %, и рассчитывается по формуле:

$$M_0 = \% (\text{CaO} + \text{MgO}) / \% (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2) = (1,7 + 2,16)/(23,74 + 62,2) = 0,045$$

Модуль активности (Ma) характеризуется отношением, %, глинезема в шлаке к содержанию кремнезема:

$$Ma = \% \text{Al}_2\text{O}_3 / \% \text{SiO}_2 = 23,74/62,2 = 0,38$$

Для оценки качества шлака применен *коэффициент основности силикатов* ($K_{осн}$):

$$K_{осн} = (\text{CaO} + 0,93 \text{MgO} + 0,59 \text{K}_2\text{O} + 0,9 \text{Na}_2\text{O}) - (0,55 \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \text{Fe}_2\text{O}_3) / 0,93(\text{SiO}_2 + 0,62\text{TiO}_2);$$

$$K_{осн} = (1,7 + 0,93 \times 2,16 + 0,59 \times 1,3 + 0,9 \times 1,3) - (0,55 \times 23,74 + 0,35 \times 6,44) / 0,93(62,2 + 0,62 \times 0,5) = 5,63 - 20,93 / 58,134 = - 0,26$$

$K_{осн}$ позволяет характеризовать исходное сырье, и определить направленность его применения. Все минеральные строительные материалы и сырье для их производства можно разделить на 5 групп по величине $K_{осн}$:

ультраосновные – от 1,6 до $+\infty$; основные – 1,2...1,6; средние – 0,8...1,2; кислые – 0,0...0,8; ультракислые – менее 0,0 до $-\infty$.

По результатам исследования изучаемый относится к ультракислому и как компонент вяжущего – малоактивный

$$(Ma = 0,38 \text{ что } < 2,5).$$

Чтобы данное сырье использовалось в качестве вяжущего необходимо $K_{осн}$ увеличить до 1,2-1,6. для этого нужно подобрать второй компонент с некоторым избытком CaO. В качестве второго компонента используем известь, химический состав которой приведен в таблице 1.

Для нахождения соотношения компонентов решается уравнение:

$$\begin{aligned} &[(\text{CaO} + 0,93x \text{MgO}) - (Nx0,93x \text{SiO}_2 + 0,7x \text{SO}_3)] X / \\ & (Nx0,93x \text{SiO}_2 + 0,7x \text{SO}_3) - (\text{CaO} + 0,93x \text{MgO}) = 1 \\ &[(\text{CaO} + 0,93x \text{MgO}) - (1,6x0,93x \text{SiO}_2 + 0,7x \text{SO}_3)] X / \\ & (1,6x0,93x \text{SiO}_2 + 0,7x \text{SO}_3) - (\text{CaO} + 0,93x \text{MgO}) = 1 \\ & [98,45 - 1,1] X = 1,1 - 98,46 \\ & X = 1 \end{aligned}$$

где N – заданное число $K_{осн}=1,6$.

X – количество массовых частей извести ($K_{осн}>1$) на 1 часть шлака ($K_{осн}<1$).

Вывод: результаты расчета показали, что исследуемый металлургический шлак является ультракислым. Для получения шлакового вяжущего к нему

необходимо добавить щелочной активизатор, например известь. Шихта рассчитана из условия заданного $K_{\text{осн}}=1,6$. В этом случае состав шлакового вяжущего состоит из 2х компонентов – шлак:известь в соотношении 1:1. Для сульфатной активизации шлака рекомендуется добавить гипс в количестве 5%. С целью повышения активности шлака его необходимо помолоть до 350...500 м²/кг а бетонные изделия на его основе подвергать тепловой обработке (ТВО, автоклав).

УДК 666.943

ИССЛЕДОВАНИЕ МАРТЕНОВСКОГО СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВЯЖУЩЕГО

Баркина Е.И.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Производство вяжущих материалов относится к наиболее эффективным областям применения шлаков. Шлаки и золы можно рассматривать как в значительной мере подготовленное сырье. В их составе окись кальция (CaO) связана в различных химических соединениях, в том числе и в виде двухкальциевого силиката - одного из минералов цементного клинкера. Высокий уровень подготовки сырьевой смеси при применении шлаков и зол обеспечивает повышение производительности печей и экономии топлива. Замена глины доменным шлаком позволяет снизить на 20% содержание известкового компонента, уменьшить при сухом производстве клинкера удельный расход сырья и топлива на 10...15%, а также повысить производительность печей на 15%. Кроме того, использование таких промышленных отходов, как шлаки и золы, позволяет покрыть до 40% потребности строительства в сырьевых ресурсах.

Объектом исследования данной работы является мартеновский сталеплавильный шлак. Химический состав шлака приведен в таблице.

Цель исследования: оценить мартеновский сталеплавильный шлак как сырье для производства вяжущего.

Перед применением любого промышленного отхода необходимо проверить его радиоактивность и токсичность, т.е. вреден ли он для здоровья человека. Радиоактивность определяется по ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение эффективной удельной активности естественных радионуклидов». Радиоактивными элементами в сырье для производства строительных материалов являются: R²²⁶ (радий), Th²³² (торий), K⁴⁰ (калий). Суммарная удельная активность $A_{\text{эфф}}$, Бк/кг по формуле:

$$A_{\text{эфф}} = A_{\text{Ra}} + 1,31 A_{\text{Th}} - 0,085 - A_{\text{K}}$$

где A_{Ra} , A_{Th} , A_{K} – удельная активность, Бк/кг. Для сырьевых материалов $A_{\text{эфф}}$ должна быть < 370 Бк/кг, только в этом случае сырье могло быть

применено для всех видов строительных изделий.

Токсичность сырья оценивается по количеству выделяемых вредных веществ в воздух ($\text{мг}/\text{м}^3$) и нормируется по предельно допустимой концентрации (ПДК). К вредным веществам относят: NO_2 ; MnO_2 ; мышьяк; ртуть; сернистые соединения; хлор; сажа; свинец; и другие соединения.

Таблица – Химический состав промышленных отходов

Наименование	SiO_2	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	MgO	$\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$	MnO	FeO	SO_3
Мартеновский сталеплавильный шлак	24,14	4,11	40,05	3,08	11,81	-	7,7	8,73	0,41
Зола сухого отбора	58,23	25,33	5,98	5,66	1,86	2,27	-	-	0,61

Для оценки свойств шлака определяются их основные характеристики: модуль основности (M_o), модуль активности (M_a), коэффициент основности ($K_{\text{осн}}$).

Модуль основности (M_o) мартеновского сталеплавильного шлака определяется отношением содержащихся в нем основных окислов к общей сумме кислотных окислов, %, и рассчитывается по формуле:

$$M_o = \% (\text{CaO} + \text{MgO}) / \% (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2) = (40,05 + 11,81) / (4,11 + 24,14) = 1,84$$

Модуль активности (M_a) характеризуется отношением, %, глинозема в шлаке к содержанию кремнезема:

$$M_a = \% \text{Al}_2\text{O}_3 / \% \text{SiO}_2 = 4,11 / 24,14 = 0,17$$

Для оценки качества шлака применен *коэффициент основности* силикатов ($K_{\text{осн}}$):

$$K_{\text{осн}} = (\text{CaO} + 0,93 \text{MgO}) - (0,55 \text{Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \text{Fe}_2\text{O}_3 + 0,7 \text{SO}_3) / (0,93 \text{SiO}_2 - 0,83 \text{FeO});$$

$$K_{\text{осн}} = (40,05 + 0,93 \times 11,81) - (0,55 \times 4,11 + 0,35 \times 3,08 + 0,7 \times 0,41) / (0,93 \times 24,14 - 0,83 \times 0,5) = 51,03 - 3,63 / 22,03 = 2,15$$

$K_{\text{осн}}$ позволяет характеризовать исходное сырье, и определить направленность его применения. Все минеральные строительные материалы и сырье для их производства можно разделить на 5 групп по величине $K_{\text{осн}}$: ультраосновные – от 1,6 до $+\infty$; основные – 1,2...1,6; средние – 0,8...1,2; кислые – 0,0...0,8; ультракислые – менее 0,0 до $-\infty$.

По результатам исследования изучаемый мартеновский сталеплавильный шлак относится к ультраосновной группе и как компонент вяжущего является малоактивным ($M_a = 0,17$, что $< 2,5$).

Практика показала, что после тепловой обработки максимальную прочность обеспечивают материалы, имеющие $K_{\text{осн}} = 1,2...1,6$. Поэтому, чтобы данное сырье использовалось в качестве вяжущего, необходимо $K_{\text{осн}}$ уменьшить до 1,2-1,6. Для этого нужно подобрать второй компонент с пониженным содержанием CaO . В качестве второго компонента используем золу сухого отбора, химический состав которой приведен в таблице.

Найдем модуль основности (M_0), модуль активности (M_a) и коэффициент основности ($K_{\text{осн}}$) золы сухого отбора:

$$M_a = \% \text{ Al}_2\text{O}_3 / \% \text{ SiO}_2 = 25,33 / 58,23 = 0,43$$

$$M_0 = \% (\text{CaO} + \text{MgO}) / \% (\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2) = (5,98 + 1,86) / (25,33 + 58,23) = 0,09$$

$$K_{\text{осн}} = (\text{CaO} + 0,93 \text{ MgO} + 0,59 \text{ K}_2\text{O} + 0,9 \text{ Na}_2\text{O}) - (0,55 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 0,7 \text{ SO}_3) / 0,93 \text{ SiO}_2;$$

$$K_{\text{осн}} = (5,98 + 0,93 \times 1,86 + 0,59 \times 1,14 + 0,9 \times 1,14) - (0,55 \times 25,33 + 0,35 \times 5,66 + 0,7 \times 0,61) / 0,93 \times 58,23 = 9,41 - 16,34 / 54,15 = -0,13$$

По результатам расчетов зола сухого отбора относится к ультракислой группе и как компонент вяжущего является малоактивным ($M_a = 0,43$, что $< 2,5$).

Для нахождения соотношения компонентов решается уравнение:

$$[(\text{CaO} + 0,93 \times \text{MgO}) - (N \times 0,93 \times \text{SiO}_2 + 0,55 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 0,7 \text{ SO}_3)] X / / (N \times 0,93 \times \text{SiO}_2 + 0,55 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 0,7 \text{ SO}_3) - (\text{CaO} + 0,93 \times \text{MgO}) = 1$$

$$[(\text{CaO} + 0,93 \times \text{MgO}) - (1,5 \times 0,93 \times \text{SiO}_2 + 0,55 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 0,7 \text{ SO}_3)] X / / (1,5 \times 0,93 \times \text{SiO}_2 + 0,55 \text{ Al}_2\text{O}_3 + 0,35 \text{ Fe}_2\text{O}_3 + 0,7 \text{ SO}_3) - (\text{CaO} + 0,93 \times \text{MgO}) = 1$$

$$[51,03 - 37,31] X = 97,57 - 7,71$$

$$X = 6,54$$

где N – заданное число $K_{\text{осн}} = 1,5$; X – количество массовых частей шлака ($K_{\text{осн}} > 1$) на 1 часть золы ($K_{\text{осн}} < 1$).

Таким образом, сырьевая смесь в частях:

$$1_{\text{(зола)}} + 6,54_{\text{(шлак)}} = 7,54$$

Если 7,54 принять за 100%, то количество золы сухого отбора X_1 , %, составляет:

$$X_1 = (1 \times 100) / 7,54 = 13,26\%$$

Тогда количество сталеплавильного шлака X_2 , %, составляет:

$$X_2 = 100 - 13,26\% = 86,74\%$$

Вывод: результаты расчетов показали, что исследуемый мартеновский сталеплавильный шлак является ультраосновным. Для получения шлакового вяжущего к нему необходимо добавить кислый активизатор, например, золу сухого отбора. Шихта рассчитана из условия заданного $K_{\text{осн}} = 1,5$. В этом случае состав шлакового вяжущего состоит из 2-х компонентов – золы и шлака в соотношении 1:6,54. Для сульфатной активизации шлака рекомендуется добавить гипс в количестве до 5%. С целью повышения активности шлака его необходимо подвергнуть помолу до 350...500 м²/кг, а бетонные изделия на его основе подвергать тепловой обработке (ТВО, автоклав).

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО ШЛАКА НКМК КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Коротыч Н.С; Прокудина А.Г.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Особенностью многотоннажных отходов металлургического комплекса заключается в том, что техногенное сырье уже прошло высокотемпературную обработку, кристаллические структуры в отходах сформированы, и они не содержат органических примесей.

Цель работы – определить пригодность шлака КМК для производства материалов и изделий, применяемых в жилищном и гражданском строительстве, в частности применения его, как заполнитель в бетоне и как компонент вяжущего. Химический состав шлака приведен в таблице 1.

На первом этапе необходимо оценить токсичность и радиоактивность шлака; пригодность шлака, как заполнителя в бетоне, то есть определить стойкость шлака к силикатному и железистому распадам. Далее оценить возможность применения шлака как сырья для производства цемента, для этого необходимо определить качество и сорт шлака, коэффициент качества, модуль основности и активности, коэффициент основности силикатов; провести теоретический расчет необходимой добавки для получения шлакового вяжущего по заданному коэффициенту основности.

Радиоактивность определяется по ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение эффективной удельной активности естественных радионуклидов». Радиоактивными элементами являются: Ra²²⁶ (радий), Th²³² (торий), K⁴⁰ (калий).

Суммарная удельная активность определяется по формуле:

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,31A_{Th} + 0,085A_K,$$

где A_{Ra} , A_{Th} , A_K – удельная активность, Бк/кг. Для сырьевых материалов, в том числе и для исследуемого шлака $A_{эфф}$ должна быть < 370 Бк/кг, только тогда его можно применять в строительстве.

Для характеристики шлака как компонента вяжущего рассчитывают коэффициент качества K , который определяют по формуле:

– при содержании MgO до 10%

$$K = \frac{\%CaO + \%Al_2O_3 + \%MgO}{\%SiO_2 + \%TiO_2}$$

$$K = (35,39 + 14,24 + 8,86) / (37,9 + 0,47) = 1,52$$

Таблица 1 – Химический состав промышленных отходов

Наименование	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	SO ₃	P ₂ O ₅
Гранулированный шлак КМК	37,9	0,47	14,24	35,39	8,86	0,58	0,62	0,79	0,38	-	0,009
Зола-унос. Березовская ГРЭС	27,22	-	12,01	43,04	5,89	8,4	0,56	0,51	0,04	1,95	-

Модуль основности M_o шлака определяется отношением содержащихся в нем основных окислов к общей сумме кислотных окислов, %, и рассчитывается по формуле:

$$M_o = \frac{\%(CaO + MgO)}{\%(Al_2O_3 + SiO_2)} = \frac{35,39 + 8,86}{14,24 + 37,9} = 0,8$$

Модуль активности M_a характеризуется отношением, %, глинозема в шлаке к содержанию кремнезема:

$$M_a = \frac{\%(Al_2O_3)}{\%(SiO_2)} = \frac{14,24}{37,9} = 0,38$$

Установлено, что шлак по модулю основности является кислым и малоактивным, так как $M_a = 0,38$, что меньше 25. Низкую активность шлака подтверждает полученное значение качества, то есть исследуемая порода имеет активность ниже 3-го сорта. Эти результаты подтверждают, что для повышения активности шлака необходимо введение щелочного компонента, например золы-унос.

Для оценки качества шлака как сырья применен коэффициент основности силикатов ($K_{осн}$). Он используется для характеристики различных промышленных отходов, которые целенаправленно используются для производства тех или иных строительных материалов и изделий. Установлено, что вяжущие свойства шлаков проявляются уже при $K_{осн} = 1$ и усиливаются по мере его роста. Оптимальное соотношение шихты для вяжущего, когда $K_{осн} = 1,2 \dots 1,6$.

Коэффициент основности определяется по формуле:

$$K_{осн} = \frac{(CaO + 0,93MgO + 0,59K_2O + 0,6R_2O) - (0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)}{0,93SiO_2};$$

$$K_{осн} = \frac{(35,39 + 8,24 + 0,37 + 0,48) - (7,83 + 0,20 + 0,43)}{35,95} = 1,02$$

По коэффициенту основности шлаки делятся на 5 групп: ультраосновные от 1,6 до $+\infty$; основные- 1,2...1,6; средние -0,8...1,2; кислые -0..0,8; ультракислые – менее 0 до $-\infty$.

Чтобы данное сырье использовать в качестве вяжущего необходимо $K_{осн}$ увеличить до 1,2-1,6. Для этого нужно подобрать второй компонент с некоторым избытком CaO, т.е. с $K_{осн} > 1$. В качестве второго компонента использована зола-унос Березовская ГРЭС, химический состав которой

приведен в таблице 1.

Находим $K_{\text{осн}}$ золы-унос:

$$K_{\text{осн}} = \frac{(CaO + 0,93MgO + 0,59K_2O + 0,6R_2O) - (0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)}{0,93SiO_2};$$

$$K_{\text{осн}} = \frac{(43,04 + 0,93 \cdot 5,89 + 0,59 \cdot 0,56 + 0,6 \cdot 0) - (0,55 \cdot 12,01 + 0,35 \cdot 8,4 + 0,7 \cdot 1,95)}{0,93 \cdot 27,22} = 1,6;$$

Для нахождения соотношения компонентов решается уравнение:

Сырье с $K_{\text{осн}} > 1$ / Сырье с $K_{\text{осн}} < 1 = 1$;

$$\frac{[(CaO + 0,93MgO + 0,59K_2O + 0,9Na_2O) - (n \cdot 0,93SiO_2 + 0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)]x}{(n \cdot 0,93SiO_2 + 0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3) - (CaO + 0,93MgO + 0,6R_2O)} = 1;$$

где n – заданное для шихты значение $K_{\text{осн}} = 1,2$.

x – количество массовых частей сырья с $K_{\text{осн}} > 1$ на одну весовую часть сырья с $K_{\text{осн}} < 1$.

$$\frac{8,007x}{5,853} = 1, \quad x = 0,73$$

Расчеты показали, что на одну часть гранулированного шлака КМК необходимо 0,73 части золы-унос, т.е. на 1 кг шлака – 730 г золы-унос. Полученная шихта может использоваться как вяжущее после тонкого измельчения ($S_{\text{уд}} < 3000 \text{ см}^2/\text{г}$). Состав шихты приведен в таблице 1.

Исследование шлака как заполнителя бетона. При исследовании техногенных продуктов как заполнителя проводят испытания на распад (рассыпание).

Известно, что с повышением содержания CaO (>40%) шлаки склонны к *силикатному распаду*.

Происходит это потому, что находящийся в шлаке минерал – двухкальциевый силикат ($2CaO \cdot SiO_2$) из неустойчивой формы переходит в стабильное состояние, что сопровождается увеличением его объема на 10%.

В результате шлак растрескивается и рассыпается. Это явление известно под названием *силикатного распада*. Нарушение целостности кристаллической структуры отвердевшего шлака приводит к резким изменениям его механических свойств.

При использовании таких саморассыпающихся шлаков в производстве литых шлаковых изделий необходимо шлаковые расплавы стабилизировать, то есть изменять их химический, а значит и минералогический состав для получения устойчивой кристаллической структуры.

Существуют следующие формулы оценки устойчивости шлака в %:

$$SiO_{2\text{min}} = \frac{100 - \Sigma RO}{2,5};$$

$$CaO_{\text{max}} = \frac{100 - \Sigma RO}{1,8};$$

где RO – сумма всех окислов шлака, за исключением CaO и SiO₂.

Шлаки считаются не распадающимися, если содержание SiO₂ меньше, а

CaO больше, чем их количество, определенное расчетом по формулам.

$$\Sigma RO = Al_2O_3 + MgO + Fe_2O_3 + K_2O + Na_2O + MnO = 14,24 + 8,86 + 0,58 + 0,62 + 0,79 + 0,38 = 25,47$$

$$SiO_{2min} = \frac{100 - 25,47}{2,5} = 29,8\%;$$

$$CaO_{max} = \frac{100 - 25,47}{1,8} = 41,4\%;$$

$SiO_2 = 37,9$, $37,9 > 29,8$, то есть $SiO_2 > SiO_{2min}$;

$CaO = 35,39$, $35,39 < 41,4$, то есть $CaO < CaO_{max}$.

Кроме теоретического расчета, стойкость к силикатному распаду шлаков определяется лабораторным методом попеременного пропаривания и насыщения водой. Берут навеску шлака одной фракции, предварительно взвешивают и подвергают попеременному пропариванию и насыщению водой. Затем эту навеску взвешивают и определяют потерю по массе. Масса навески должна уменьшиться не более чем на 1%, что свидетельствует о стойкости против силикатного распада.

Железистый распад шлака происходит вследствие гидратации сульфидов железа FeS под влиянием атмосферной влаги.



В результате этой реакции увеличивается объем на 38%.

Лабораторные исследования на железистый распад: навеску заливают дистиллированной водой и настаивают 30 суток, после просеивания количество рассыпавшего шлака должно быть не более 1%.

Вывод: из расчета установили, что гранулированный шлак КМК не подвержен силикатному и известковому распадам. Таким образом, шлак можно использовать как заполнитель в бетон.

УДК 666.9.022.2

ИССЛЕДОВАНИЕ МАРТЕНОВСКОГО СТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ШЛАКА КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сергеева Ю.С.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Особенностью многотоннажных отходов металлургического комплекса заключается в том, что техногенное сырье уже прошло высокотемпературную обработку, кристаллические структуры в отходах сформированы, и они не содержат органических примесей.

Цель работы – определить пригодность мартеновского сталеплавильного шлака для производства материалов и изделий, применяемых в жилищном и

гражданском строительстве, в частности применения его, как заполнитель в бетоне и как компонент вяжущего. Химический состав шлака приведен в таблице 1.

На первом этапе необходимо оценить токсичность и радиоактивность шлака; пригодность шлака, как заполнителя в бетоне, то есть определить стойкость шлака к силикатному и железистому распадам. Далее оценить возможность применения шлака как сырья для производства цемента, для этого необходимо определить качество и сорт шлака, коэффициент качества, модуль основности и активности, коэффициент основности силикатов; провести теоретический расчет необходимой добавки для получения шлакового вяжущего по заданному коэффициенту основности.

Радиоактивность определяется по ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение эффективной удельной активности естественных радионуклидов». Радиоактивными элементами являются: Ra²²⁶ (радий), Th²³² (торий), K⁴⁰ (калий).

Суммарная удельная активность определяется по формуле:

$$A_{эфф} = A_{Ra} + 1,31A_{Th} + 0,085A_K,$$

где A_{Ra} , A_{Th} , A_K – удельная активность, Бк/кг. Для сырьевых материалов, в том числе и для исследуемого шлака $A_{эфф}$ должна быть < 370 Бк/кг, только тогда его можно применять в строительстве.

Для характеристики шлака как компонента вяжущего рассчитывают коэффициент качества K , который определяют по формуле:

при содержании MgO более 10%

$$K = \frac{\%CaO + \%Al_2O_3 + 10}{\%SiO + \%MgO - 10} = \frac{40,05 + 4,11 + 10}{24,13 + (11,81 - 10)} = 2,09$$

Таблица 1 – Химический состав промышленных отходов

Наименование	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	FeO	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	SO ₃
Мартеновский сталеплавильный шлак	24,13	4,11	40,05	11,81	3,08	8,73	–	–	7,7	0,41
Зола сухого отбора	58,4	25,34	6,01	1,87	5,59	–	1,08	1,1	–	0,62

Модуль основности M_o шлака определяется отношением содержащихся в нем основных окислов к общей сумме кислотных окислов, %, и рассчитывается по формуле:

$$M_o = \frac{\%(CaO + MgO)}{\%(Al_2O_3 + SiO_2)} = \frac{40,05 + 11,81}{4,11 + 24,13} = 1,84$$

Модуль активности M_a характеризуется отношением, %, глинозема в шлаке к содержанию кремнезема:

$$M_a = \frac{\%(Al_2O_3)}{\%(SiO_2)} = \frac{4,11}{24,13} = 0,17$$

Установлено, что шлак по модулю основности является ультраосновным,

так как $M_o=1,84$, а это больше 1. По модулю активности, шлак является малоактивным, так как $M_a=0,17$, что меньше 2,5.

По полученному коэффициенту качества можно определить, что шлак относится к первому сорту. Для понижения основности шлака необходимо введение кислого, или утрасислого компонента, например золы сухого отбора.

Для оценки качества шлака как сырья применен коэффициент основности силикатов ($K_{осн}$). Он используется для характеристики различных промышленных отходов, которые целенаправленно используются для производства тех или иных строительных материалов и изделий. Установлено, что вяжущие свойства шлаков проявляются уже при $K_{осн} = 1$ и усиливаются по мере его роста. Оптимальное соотношение шихты для вяжущего, когда $K_{осн} = 1,2 \dots 1,6$.

Коэффициент основности определяется по формуле:

$$K_{осн} = \frac{(CaO + 0,93MgO + 0,6R_2O) - (0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)}{0,93SiO_2};$$

$$K_{осн} = \frac{(40,05 + 0,93 \cdot 11,81 + 0,6 \cdot 1,84) - (0,55 \cdot 4,11 + 0,35 \cdot 3,08 + 0,7 \cdot 0,41)}{0,93 \cdot 24,13} = 2,16;$$

По коэффициенту основности шлаки делятся на 5 групп: ультраосновные от 1,6 до $+\infty$; основные- 1,2...1,6; средние -0,8...1,2; кислые -0..0,8; ультракислые – менее 0 до $-\infty$.

В качестве второго компонента использована зола сухого отбора, химический состав которой приведен в таблице 1.

Находим $K_{осн}$ золы сухого отбора:

$$K_{оснз} = \frac{(CaO + 0,93MgO + 0,59K_2O + 0,6R_2O) - (0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)}{0,93SiO_2};$$

$$K_{осн} = \frac{(6,01 + 0,93 \cdot 1,87 + 0,59 \cdot 1,08 + 0,6 \cdot 1,84) - (0,55 \cdot 25,34 + 0,35 \cdot 5,59 + 0,7 \cdot 0,62)}{0,93 \cdot 58,4} = -0,13;$$

Для нахождения соотношения компонентов решается уравнение:

$$\text{Сырье с } K_{осн} > 1 / \text{Сырье с } K_{осн} < 1 = 1;$$

$$\frac{[(CaO + 0,93MgO + 0,59K_2O + 0,9Na_2O) - (n \cdot 0,93SiO_3 + 0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)]x}{(n \cdot 0,93SiO_2 + 0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3) - (CaO + 0,93MgO + 0,6R_2O)} = 1;$$

$$\frac{[(40,05 + 0,93 \cdot 11,81) - (1,5 \cdot 0,93 \cdot 24,13 + 0,55 \cdot 4,11 + 0,35 \cdot 3,08 + 0,7 \cdot 0,41)]x}{(1,5 \cdot 0,93 \cdot 58,4 + 0,55 \cdot 25,34 + 0,35 \cdot 5,59 + 0,7 \cdot 0,62) - (6,01 + 0,93 \cdot 1,87 + 0,6 \cdot 1,84)} = 1;$$

где n – заданное для шихты значение $K_{осн} = 1,5$.

x – количество массовых частей сырья с $K_{осн} > 1$ на одну весовую часть сырья с $K_{осн} < 1$.

$$\frac{13,74x}{88,95} = 1, \quad x = 6,47$$

Расчеты показали, что на одну часть мартеновского сталеплавильного шлака необходимо 6,47 части золы сухого отбора, т.е. на 1 кг шлака – 6470 г золы сухого отбора. Полученная шихта может использоваться как вяжущее после тонкого измельчения ($S_{уд} < 3000 \text{ см}^2/\text{г}$).

Исследование шлака как заполнителя бетона. При исследовании техногенных продуктов как заполнителя проводят испытания на распад (рассыпание).

Известно, что с повышением содержания CaO (>40%) шлаки склонны к *силикатному распаду*.

Происходит это потому, что находящийся в шлаке минерал – двухкальциевый силикат ($2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$) из неустойчивой формы переходит в стабильное состояние, что сопровождается увеличением его объема на 10%.

В результате шлак растрескивается и рассыпается. Это явление известно под названием *силикатного распада*. Нарушение целостности кристаллической структуры отвердевшего шлака приводит к резким изменениям его механических свойств.

При использовании таких саморассыпающихся шлаков в производстве литых шлаковых изделий необходимо шлаковые расплавы стабилизировать, то есть изменять их химический, а значит и минерало-гический состав для получения устойчивой кристаллической структуры.

Существуют формулы оценки устойчивости шлака в %:

$$SiO_{2\min} = \frac{100 - \sum RO}{2,5};$$

$$CaO_{\max} = \frac{100 - \sum RO}{1,8};$$

где RO – сумма всех окислов шлака, за исключением CaO и SiO₂.

Шлаки считаются не распадающимися, если содержание SiO₂ меньше, а CaO больше, чем их количество, определенное расчетом по формулам.

$$\sum RO = Al_2O_3 + MgO + Fe_2O_3 + MnO = 4,11 + 11,81 + 3,08 + 7,7 = 26,7$$

$$SiO_{2\min} = \frac{100 - 26,7}{2,5} = 29,32\%;$$

$$CaO_{\max} = \frac{100 - 26,7}{1,8} = 40,72\%;$$

$$SiO_2 = 24,13, 24,13 < 29,32, \text{ то есть } SiO_2 < SiO_{2\min};$$

$$CaO = 40,05, 40,05 < 40,72, \text{ то есть } CaO < CaO_{\max}.$$

CaO расчетное и CaO фактическое почти равны, а содержание SiO₂ меньше, чем полученное при расчетах, поэтому шлак относится к распадающимся.

Кроме теоретического расчета, стойкость к силикатному распаду шлаков определяется лабораторным методом попеременного пропаривания и насыщения водой. Берут навеску шлака одной фракции, предварительно взвешивают и подвергают попеременному пропариванию и насыщению водой. Затем эту навеску взвешивают и определяют потерю по массе. Масса навески должна уменьшиться не более чем на 1%, что свидетельствует о стойкости против силикатного распада.

Железистый распад шлака происходит вследствие гидратации сульфидов железа FeS под влиянием атмосферной влаги.



В результате этой реакции увеличивается объем на 38%.

Лабораторные исследования на железистый распад: навеску заливают дистиллированной водой и настаивают 30 суток, после просеивания количество рассыпавшего шлака должно быть не более 1%.

Вывод: из расчета установлено, что мартеновский сталеплавильный шлак может быть подвержен силикатному и известковому распадам. Для уточнения требуются лабораторные испытания.

УДК 622.6

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНУЛИРОВАННОГО ШЛАКА ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ТЭС КАК СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Иванова Ю.В., Юркова А.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Карпачева А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Цель работы – определить пригодность шлака Западно-Сибирской ТЭС для производства материалов и изделий, применяемых в жилищном и гражданском строительстве, в частности применения его, как заполнитель в бетоне и как компонент вяжущего. Химический состав шлака приведен в таблице 1.

На первом этапе необходимо оценить токсичность и радиоактивность шлака; пригодность шлака, как заполнителя в бетоне, то есть определить стойкость шлака к силикатному и железистому распадам. Далее оценить возможность применения шлака как сырья для производства цемента, для этого необходимо определить качество и сорт шлака, коэффициент качества, модуль основности и активности, коэффициент основности силикатов; провести теоретический расчет необходимой добавки для получения шлакового вяжущего по заданному коэффициенту основности.

Радиоактивность определяется по ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение эффективной удельной активности естественных радионуклидов». Радиоактивными элементами являются: Ra²²⁶ (радий), Th²³² (торий), K⁴⁰ (калий).

Суммарная удельная активность определяется по формуле:

$$A_{\text{эфф}} = A_{\text{Ra}} + 1,31A_{\text{Th}} + 0,085A_{\text{K}},$$

где A_{Ra} , A_{Th} , A_{K} – удельная активность, Бк/кг. Для сырьевых материалов, в том числе и для исследуемого шлака $A_{\text{эфф}}$ должна быть < 370 Бк/кг, только тогда его можно применять в строительстве.

Для характеристики шлака как компонента вяжущего рассчитывают коэффициент качества K , который определяют по формуле:

– при содержании MgO до 10%

$$K = \frac{\%CaO + \%Al_2O_3 + \%MgO}{\%SiO_2 + \%TiO_2} = \frac{6,25 + 24,98 + 1,69}{55,15 + 0} = 0,60.$$

Таблица 1 – Химический состав промышленных отходов

Наименование	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	SO ₃	P ₂ O ₅
Гранулированный шлак 3-С ТЭС	55,15	-	24,98	6,25	1,69	8,57	2,65		0,65	0,06	-
Известковая пыль ЗСМК	5,46	0,07	1,48	85,5	1,67	5,21	0,14	0,41	0,04	-	0,006

Модуль основности M_o шлака определяется отношением содержащихся в нем основных окислов к общей сумме кислотных окислов, %, и рассчитывается по формуле:

$$M_o = \frac{\%(CaO + MgO)}{\%(Al_2O_3 + SiO_2)} = \frac{6,25 + 1,69}{24,98 + 55,15} = 0,1$$

Модуль активности M_a характеризуется отношением, %, глинозема в шлаке к содержанию кремнезема:

$$M_a = \frac{\%(Al_2O_3)}{\%(SiO_2)} = \frac{24,98}{55,15} = 0,45$$

Установлено, что шлак по модулю основности является кислым и малоактивным, так как $M_a=0,45$, что меньше 2,5. Низкую активность шлака подтверждает полученное значение качества, то есть исследуемая порода имеет активность ниже 3-го сорта. Эти результаты подтверждают, что для повышения активности шлака необходимо введение щелочного компонента, например, извести.

Для оценки качества шлака как сырья применен коэффициент основности силикатов ($K_{осн}$). Он используется для характеристики различных промышленных отходов, которые целенаправленно используются для производства тех или иных строительных материалов и изделий. Установлено, что вяжущие свойства шлаков проявляются уже при $K_{осн} = 1$ и усиливаются по мере его роста. Оптимальное соотношение шихты для вяжущего, когда $K_{осн} = 1,2 \dots 16$.

Коэффициент основности определяется по формуле:

$$K_{осн} = \frac{(CaO + 0,93MgO + 0,6R_2O) - (0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3 + xB_nO_m)}{(0,93SiO_2 - yR_nO_m)}$$

$$K_{осн} = \frac{(6,18 + 0,93 \cdot 1,68 + 0,6 \cdot 2,62) - (0,55 \cdot 25,72 + 0,35 \cdot 8,48 + 0,7 \cdot 0,06 + 0)}{0,93 \cdot 54,61 - 2,62} = -0,15;$$

По коэффициенту основности шлаки делятся на 5 групп: ультраосновные от 1,6 до $+\infty$; основные- 1,2...1,6; средние -0,8...1,2; кислые -0..0,8; ультракислые – менее 0 до $-\infty$. Исследуемый шлак по результатам расчетов относится к ультракислому сырью. Чтобы данное сырье использовать в качестве вяжущего необходимо $K_{осн}$ увеличить до 1,2-1,6. Для этого нужно подобрать второй компонент с некоторым избытком CaO, т.е. с $K_{осн} > 1$. В качестве второго компонента использована газоочистная пыль известкового производства ЗСМК, химический состав которой приведен в таблице 1.

Находим $K_{осн}$ известковой пыли:

$$K_{осн} = \frac{(CaO + 0,93MgO + 0,59K_2O + 0,9Na_2O) - (0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3 + 1,28CO_2 + 1,33P_2O_5)}{0,93(SiO_2 + 0,62TiO_2 - 0,83FeO)};$$

$$K_{осн} = \frac{(85,45 + 0,93 \cdot 1,67 + 0,59 \cdot 0,14 + 0,9 \cdot 0,41) - (0,55 \cdot 1,48 + 0,35 \cdot 5,21 + 0,7 \cdot 0 + 1,28 \cdot 0 + 1,33 \cdot 0,006)}{0,93 \cdot (5,46 + 0,62 \cdot 0,07 - 0,83 \cdot 0)} = 16,57;$$

Для нахождения соотношения компонентов решается уравнение:

$$\text{Сырье с } K_{осн} > 1 / \text{Сырье с } K_{осн} < 1 = 1;$$

$$\frac{[(CaO + 0,93MgO + 0,59K_2O + 0,9Na_2O) - (n \cdot 0,93SiO_2 + 0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3)]x}{(n \cdot 0,93SiO_2 + 0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3) - (CaO + 0,93MgO + 0,6R_2O)} = 1;$$

где n – заданное для шихты значение $K_{осн} = 1,6$.

x – количество массовых частей сырья с $K_{осн} > 1$ на одну весовую часть сырья с $K_{осн} < 1$.

$$\frac{[(85,45 + 0,93 \cdot 1,67 + 0,59 \cdot 0,14 + 0,9 \cdot 0,41) - (1,6 \cdot 0,93 \cdot 5,46 + 0,55 \cdot 1,48 + 0,35 \cdot 5,21 + 0,7 \cdot 0)]x}{(1,6 \cdot 0,93 \cdot 55,15 + 0,55 \cdot 24,98 + 0,35 \cdot 8,57 + 0,7 \cdot 0,06) - (6,25 + 0,93 \cdot 1,69 + 0,6 \cdot 2,65)} = 1;$$

$$x = 1,17.$$

Расчеты показали, что на одну часть гранулированного шлака Западно-Сибирской ТЭС необходимо 1,17 части известкового компонента, т.е. на 1 кг шлака – 1,17 кг известкового компонента. Полученная шихта может использоваться как вяжущее после тонкого измельчения ($S_{уд} < 3000 \text{ см}^2/\text{г}$).

Исследование шлака как заполнителя бетона. При исследовании техногенных продуктов как заполнителя проводят испытания на распад (рассыпание).

Известно, что с повышением содержания CaO (>40%) шлаки склонны к *силикатному распаду*.

Происходит это потому, что находящийся в шлаке минерал – двухкальциевый силикат ($2CaO \cdot SiO_2$) из неустойчивой формы переходит в стабильное состояние, что сопровождается увеличением его объема на 10%.

В результате шлак растрескивается и рассыпается. Это явление известно под названием *силикатного распада*. Нарушение целостности кристаллической структуры отвердевшего шлака приводит к резким изменениям его механических свойств.

При использовании таких саморассыпающихся шлаков в производстве литых шлаковых изделий необходимо шлаковые расплавы стабилизировать, то есть изменять их химический, а значит и минерало-гический состав для получения устойчивой кристаллической структуры.

Существуют следующие формулы оценки устойчивости шлака:

$$SiO_{2min} = \frac{100 - \Sigma RO}{2,5}; \quad CaO_{max} = \frac{100 - \Sigma RO}{1,8};$$

где RO – сумма оксидов шлака, за исключением CaO и SiO₂, %

Шлаки считаются не распадающимися, если содержание SiO₂ меньше, а CaO больше, чем их количество, определенное расчетом по формулам.

$$\Sigma RO = Al_2O_3 + MgO + Fe_2O_3 + K_2O + Na_2O + MnO + SO_3 = 38,6$$

$$SiO_{2min} = \frac{100 - 38,6}{2,5} = 24,56\%;$$

$$CaO_{max} = \frac{100 - 38,6}{1,8} = 34,11\%;$$

$$SiO_2 = 55,15, 55,15 > 24,56, \text{ то есть } SiO_2 > SiO_{2min};$$

$$CaO = 6,25, 6,25 < 34,11, \text{ то есть } CaO < CaO_{max}.$$

Кроме теоретического расчета, стойкость к силикатному распаду шлаков определяется лабораторным методом попеременного пропаривания и насыщения водой. Берут навеску шлака одной фракции, предварительно взвешивают и подвергают попеременному пропариванию и насыщению водой. Затем эту навеску взвешивают и определяют потерю по массе. Масса навески должна уменьшиться не более чем на 1%, что свидетельствует о стойкости против силикатного распада.

Железистый распад шлака происходит вследствие гидратации сульфидов железа FeS под влиянием атмосферной влаги.



В результате этой реакции увеличивается объем на 38%.

Лабораторные исследования на железистый распад: навеску заливают дистиллированной водой и настаивают 30 суток, после просеивания количество рассыпавшего шлака должно быть не более 1%.

Вывод: из расчета установили, что гранулированный шлак Западно-Сибирской ТЭС не подвержен силикатному и известковому распадам. Таким образом, шлак можно использовать как заполнитель в бетон и в композиции 1:1,17 с известковой пылью как шлаковое вяжущее.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**Мацнева А.А., Страчкова Е.В., Иванов А.И., Дружинин С.В.
Научный руководитель: к.т.н., доцент Столбоушкин А.Ю.**

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Вопросы архитектурно-художественного эстетического осмысления жилых районов оказались в центре внимания, в связи с возросшими требованиями, предъявляемыми к современному строительству, как в плане надежности, так и дизайнерской индивидуальности. Несмотря на кризис, в общем объеме строительных материалов наблюдается постоянное увеличение доли качественного декоративного керамического кирпича. Одним из основных способов получения облицовочного цветного кирпича является объемное окрашивание. Объемные способы, по сравнению с поверхностными, более экономичны, так как могут быть применены к технологии действующих предприятий. Они не требуют применения дефицитных и дорогих сырьевых материалов для производства кирпича – в качестве добавок широко могут использоваться отходы различных отраслей промышленности. Отличительное преимущество лицевого кирпича объемного окрашивания – в его долговечности по сравнению с двухслойным, ангобированным или глазурированным кирпичом.

Наиболее распространенным способом получения лицевого керамического кирпича объемного окрашивания является введение в состав шихт оксидов металлов (Fe_2O_3 , MnO_2 , Cr_2O_3 , TiO_2 и др.) [1].

Учитывая высокую стоимость чистых оксидов (например, цена V_2O_5 на отечественном рынке составляет 360 руб. за 1 кг) в Сибирском государственном индустриальном университете под руководством доцента кафедры архитектуры и строительных материалов Столбоушкина А.Ю. проводятся научные исследования по объемному окрашиванию стеновых керамических материалов на основе отходов промышленных предприятий. В настоящей статье приведены результаты научно-исследовательской дипломной работы по получению декоративного керамического кирпича на основе Новокузнецкого суглинка и железорудных отходов Абагурской обогатительно-агломерационной фабрики (АОАФ) г. Новокузнецка.

Новокузнецкий суглинок относится к полукислому, умереннопластичному, легкоплавкому глинистому сырью гидрослюдисто-монтмориллонитового типа, с низким содержанием крупнозернистых включений. Шлампистая (силикатная) часть отходов обогащения железных руд (ОЖР) имеет полиминеральный состав, в основном представленный полевыми шпатами, кварцем, слюдой, пироксеном, амфиболами, хлоритами железистого типа, с небольшим содержанием глинистых смешанослойных образований. Материал тонкодисперсный, малопластичный с низкой чувствительностью к сушке, по огнеупорности относится к легкоплавкому, по температуре и степени

спекания – к высокотемпературному и неспекающемуся сырью [2]. В качестве техногенных окрашивающих добавок применялись отходы обогащения марганцевых руд (ОМР) Селезеньского рудника (Кемеровская область, Таштагольский район) и отходы обогащения бокситов (ООБ) Барзасского месторождения (Кемеровский район). Химический состав основных сырьевых материалов представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Химический состав сырьевых материалов

Наименование отходов	Содержание оксидов в % на сухое вещество									
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	ппп
Суглинок Новокузнецкий	59,9	0,9	14,2	4,9	0,2	2,4	4,4	$\Sigma 3,8$		5,4
Шламыстые железорудные отходы (ОЖР)	34,99	0,36	8,99	19,69	0,59	11,88	14,97	$\Sigma 1,15$		10,90
Отходы обогащения бокситов (ООБ)	14,30	3,49	41,47	18,48	–	0,14	0,23	–	–	20,99

На первом этапе исследований в качестве основного компонента керамических шихт были использованы шламыстая часть отходов обогащения железных руд Абагурской обогатительно-агломерационной фабрики (АОАФ) с корректирующей добавкой новокузнецкого суглинка (до 30%). В качестве окрашивающих добавок использовались чистые оксиды металлов (MgO , Fe_2O_3 , V_2O_5), карбонаты ($NiCO_3$, $CaCO_3$, $CuCO_3$) и гидрохлорид кобальта ($CoCl_2 \cdot 6H_2O$) в количестве пяти процентов.

Керамические образцы диаметром 45 мм и высотой 45 – 50 мм формовались методом полусухого прессования. Влажность пресс-порошка 8 – 9 %. Режим прессования – двухступенчатый с односторонним приложением нагрузки, давление прессования 15 МПа. Обжиг образцов проводился в лабораторной муфельной печи при температуре 1050 °С.

Результаты испытаний физико-механических свойств и цветовая гамма керамических образцов на основе шламыстых железорудных отходов с добавкой суглинка и оксидов металлов приведены в таблице 2 и на рисунке 1. Установлено, что красящие добавки $NiCO_3$, MgO , $CaCO_3$ высветляют образцы, а добавки Fe_2O_3 , $CuCO_3$, V_2O_5 , $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ окрашивают образцы в различные оттенки темных тонов от красно-коричневого до черного. При этом карбонаты кальция и никеля, оксид магния и гидрохлорид кобальта снижают прочностные характеристики (в 1,6 – 3,2 раза) и повышают водопоглощение образцов, что свидетельствует о недостаточном спекании и образовании пиропластичной фазы при обжиге в указанном интервале температур.

Таблица 2 – Физико-механические свойства керамических образцов на основе ОЖР с добавкой оксидов

№ п/п	Состав шихты, мас.%	Средняя плотность, г/см ³	Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение, %	Коэфф-т конструк-тивного качества	Цвет
1	ОЖР – 65, суглинок – 30, $CaCO_3$ – 5	1,69	5,2	21,1	3,05	Светло-бежевый
2	ОЖР – 65, суглинок – 30, MgO – 5	1,7	3,6	21,0	2,12	Светло-бежевый
3	ОЖР – 65, суглинок – 30, Fe_2O_3 – 5	1,84	11,4	18,8	6,17	Красно-коричневый
4	ОЖР – 65, суглинок – 30, $CuCO_3$ – 5	1,98	39,5	14,9	19,92	Темно-коричневый
5	ОЖР – 65, суглинок – 30, $NiCO_3$ – 5	1,8	6,2	19,1	3,46	Светло-коричневый
6	ОЖР – 65, суглинок – 30, V_2O_5 – 5	2,26	88,7	7,1	39,23	Черный
7	ОЖР – 65, суглинок – 30, $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ – 5	1,78	7,2	20,6	4,06	Черно-коричневый
8	ОЖР – 70, суглинок – 30,	1,83	11,5	18,1	9,7	Коричнево-бежевый

Как уже было отмечено выше, применение химически чистых веществ для объемного окрашивания керамического черепка не рентабельно из-за их высокой стоимости. Использование техногенных продуктов в технологии объемного окрашивания керамического кирпича будет способствовать экономии материальных ресурсов и повышению эффективности производства. В связи с этим применение отходов промышленности в производстве стеновых керамических материалов является актуальным для данной отрасли стройиндустрии, обеспечивая расширение материально-сырьевой базы и сокращая материальные затраты.

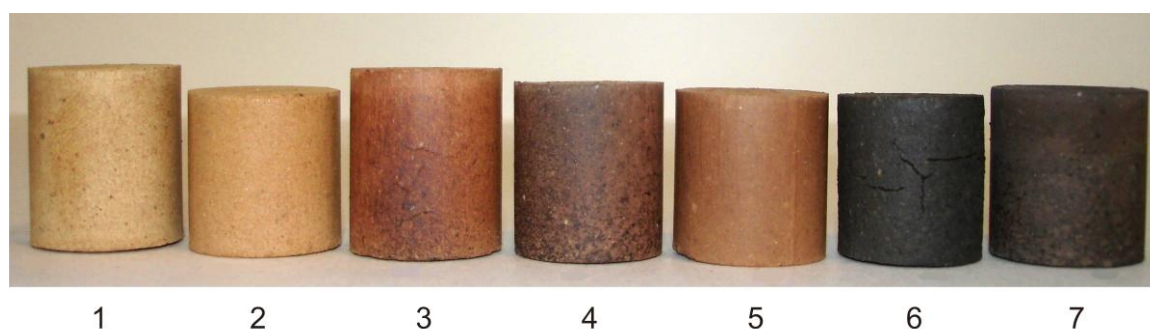


Рисунок 1 – Керамические образцы на основе ОЖР с добавкой 5 % красящего компонента: 1 – $CaCO_3$; 2 – MgO ; 3 – Fe_2O_3 ; 4 – $CuCO_3$; 5 – $NiCO_3$; 6 – V_2O_5 ; 7 – $CoCl_2 \cdot 6H_2O$

На втором этапе проводились исследования влияния отходов обогащения марганцевых руд Селезеньского рудника на структурное окрашивание

керамического черепка из суглинистого сырья. Были изготовлены серии образцов с красящей добавкой из ОМР в количестве 10, 20, 30, 40 %, по массе. Прессование и обжиг керамических образцов проводились по вышеуказанным параметрам и режимам.

Отходы марганцевых руд окрашивают керамические образцы в коричневые цвета, от светлых до темных тонов в зависимости от процентного содержания красящей добавки. Результаты испытаний физико-механических свойств керамических образцов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-механические свойства керамических образцов на основе суглинка

№ п/п	Состав шихты, мас. %	Средняя плотность, г/см ³	Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение, %	Кoeff-т водостойкости	Кoeff-т конструктивного качества
1	Суглинок – 100	2,04	45,9	5,4	0,87	22,5
2	Суглинок – 90, ОМР – 10	2,055	39,9	6,6	0,72	19,4
3	Суглинок – 80, ОМР – 20	2,065	35,7	6,4	0,66	17,3
4	Суглинок – 70, ОМР – 30	2,061	33,1	7,0	0,75	16,1
5	Суглинок – 60, ОМР – 40	2,054	33,6	7,9	0,46	16,4

Исследование физико-механических свойств керамических образцов в зависимости от процентного содержания добавки ОМР показало, что увеличение количества отходов обогащения марганцевых руд в составе шихты приводит к снижению прочностных показателей (рисунок 4а). Таким образом, для обеспечения высокого красящего действия добавки ОМР при сохранении необходимых эксплуатационных свойств керамического черепка, оптимальное содержание отходов должно составлять 10 – 20 масс. % (рисунок 2).



Рисунок 2 – Керамические образцы из новокузнецкого суглинка с добавкой отходов обогащения марганцевых руд: 1, 2, 3, 4, 5 – содержание добавки в количестве 0, 10, 20, 30, 40 мас. %

На третьем этапе в качестве основного компонента керамической шихты была использована шламистая часть отходов обогащения железных руд с корректирующей добавкой новокузнецкого суглинка и стеклобоя. В качестве

красящих компонентов в составе пресс-порошка использовались отходы ОМР и ООБ. Для получения сопоставимых результатов прессование и обжиг керамических образцов проводились по тем же параметрам и режимам.

После обжига можно отметить, что добавка ОМР практически не меняет цветовую окраску образцов (оттенки светло-серого и серого цвета), в то время как, использование добавки ООБ окрашивает керамический черепок в красно-розовый цвет (рисунок 3).

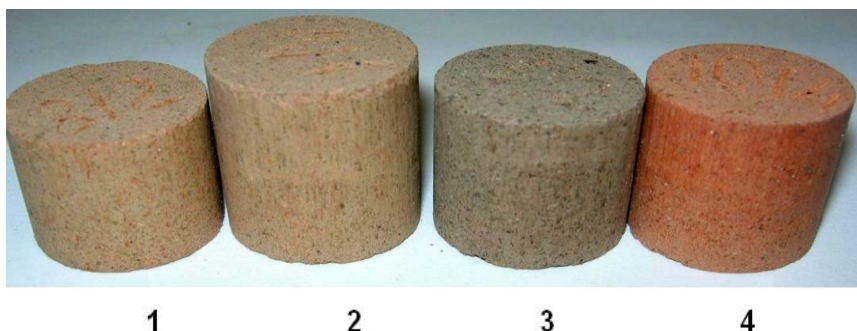


Рисунок 3 – Керамические образцы из шламистых отходов обогащения железных руд с добавками отходов обогащения марганцевых руд (1 – 3) и бокситов (4): 1, 2, 3, 4 – содержание добавки в количестве 0, 5, 10, 20 мас.%

Результаты испытаний физико-механических свойств керамических образцов на основе шламистых железорудных отходов приведены в таблице 4.

Исследование физико-механических свойств керамических образцов из шламистых железорудных отходов в зависимости от процентного содержания добавки ОМР показало, что увеличение количества добавки в составе шихты практически не приводит к изменению прочностных характеристик и не меняет цветовой окраски (рисунок 4б). Добавка в состав шихты ООБ в количестве 20 масс. % также не меняет физико-механические свойства образцов, но при этом происходит изменение окраски.

Таблица 4 – Физико-механические свойства керамических образцов из техногенных отходов

№ п/п	Состав шихты, мас.%	Средняя плотность, г/см ³	Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение, %	Кoeff-т водостойкости	Кoeff-т конструктивного качества
1	ОЖР – 55, суглинок – 35, стеклобой – 10	1,86	15,6	14,8	0,93	8,4
2	ОЖР – 55, суглинок – 35, стеклобой – 5, ОМР – 5	1,87	15,9	15,3	0,86	8,5
3	ОЖР – 50, суглинок – 30, стеклобой – 10, ОМР – 10	1,91	16,8	14,5	0,88	8,8
4	ОЖР – 50, суглинок – 20, стеклобой – 10, ООБ – 20	1,87	15,4	13,2	0,89	8,2

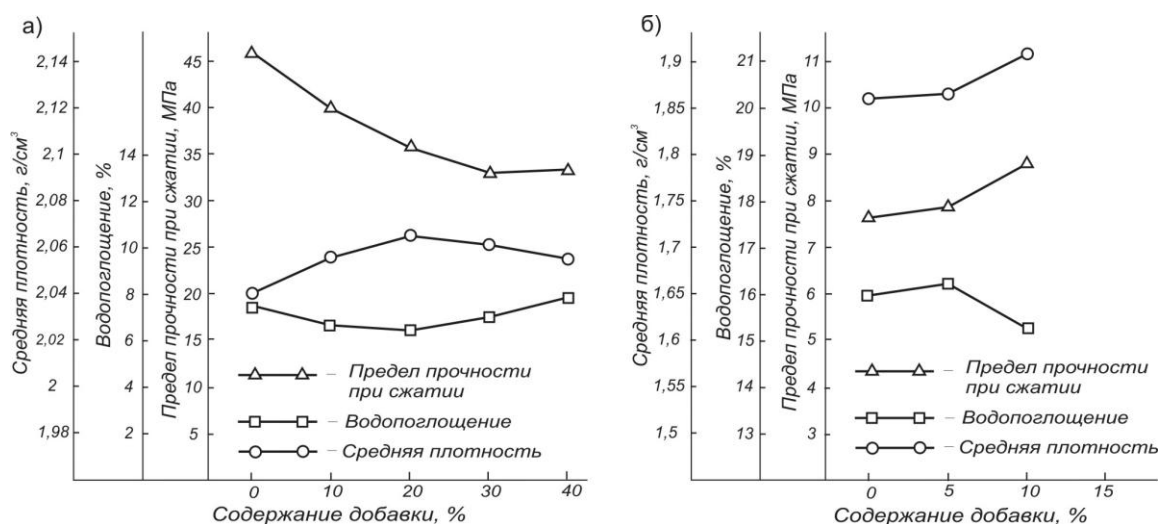


Рисунок 4 – Зависимость физико-механических свойств керамических образцов на основе суглинка (а) и ОЖР (б) от количества добавки отходов обогащения марганцевых руд

Таким образом, можно сделать вывод о том, что при подборе керамической шихты из техногенных отходов, в состав которых входит значительное количество карбонатных пород, необходимо ориентироваться на добавки-отходы с высоким содержанием Fe_2O_3 и Al_2O_3 . Характерно, что добавка бокситов Барзасского месторождения в традиционное глинистое сырье практически не меняет цвет кирпича, в отличие от влияния указанной добавки на цвет керамического черепка из шламистой части отходов обогащения железных руд. Что свидетельствует о возможности использования отходов обогащения марганцевых руд и бокситов Барзасского месторождения для объемного окрашивания керамических изделий из различных видов полиминерального сырья и отходов.

По результатам проведенных исследований можно отметить, что на образцы из железорудных отходов с корректирующей добавкой суглинка наиболее ярко-выраженное влияние оказала добавка-плавень в количестве 5%. Эта добавка окрашивает образцы в различные оттенки темных тонов и приводит к повышению физико-механических свойств, что свидетельствует о протекании твердофазных реакций.

Случайные ошибки, вызванные при массоподготовке, формовании, обжиге могут повлиять на точность проведенных исследований. Вследствие указанных причин, возникла необходимость подтверждения оптимального состава керамических шихт, полученного по результатам экспериментальных исследований. Для решения этой задачи, связанной с повышением достоверности экспериментальных данных, была использована программа автоматизированного расчета результатов эксперимента методом аппроксимирующего многочлена эксперт (Expert), разработанная на кафедре «Архитектуры и строительных материалов», позволяющая определить оптимальную зависимость параметров $R_{сж}$, $\rho_{ср}$, ККК от процентного содержания добавки-плавня в составе керамической шихты.

Сглаживание зависимостей экспериментальных данных методом аппроксимирующего многочлена показало, что приближение 3-го порядка является наиболее оптимальным (рисунок 5).

Введение плавня в количестве 5% приводит к формированию стеклоподобной структуры, в которой исходные частицы практически неразличимы (рисунок 6).

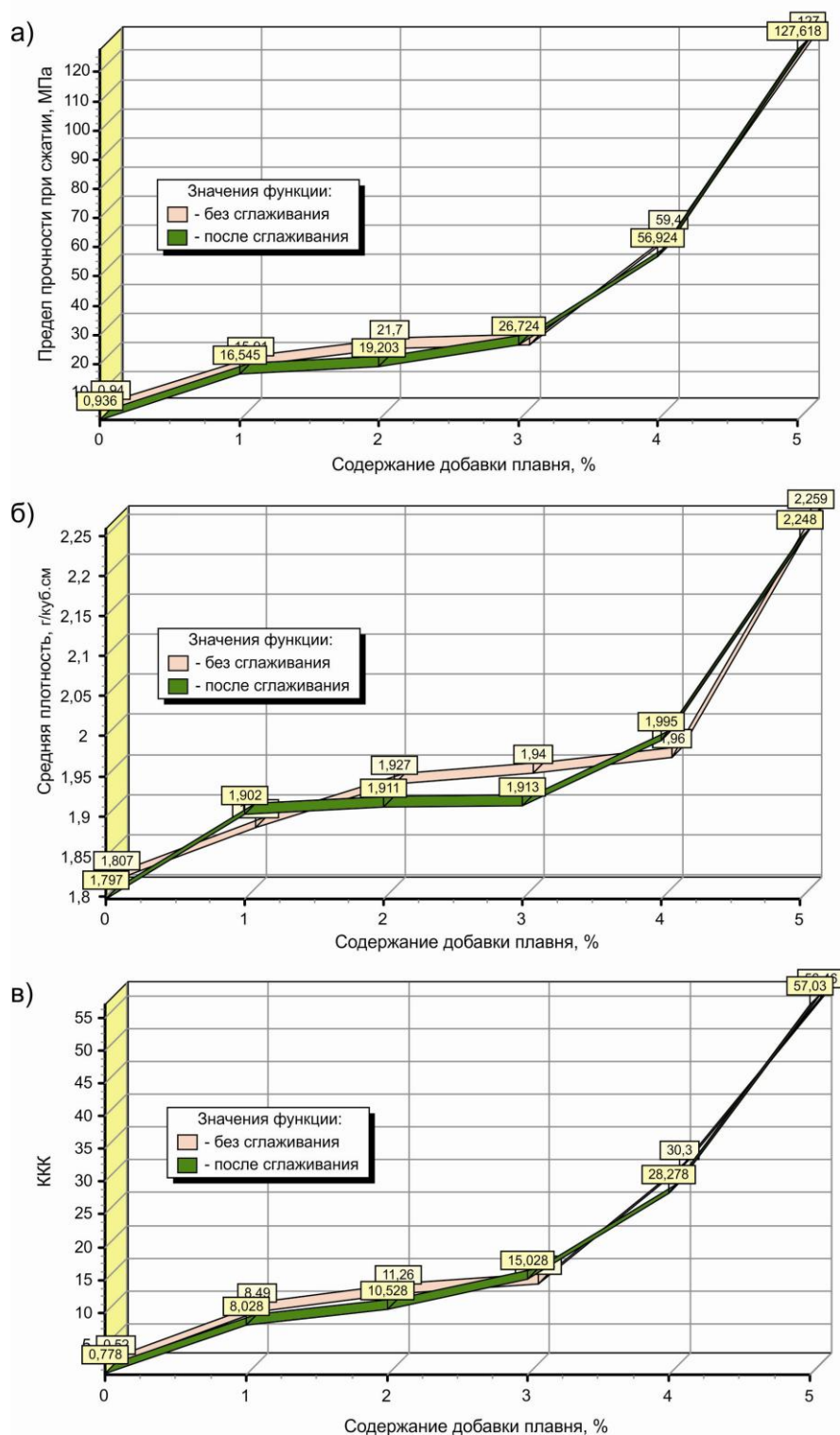


Рисунок 5 – Зависимость предела прочности при сжатии (а), средней плотности (б) и коэффициента конструктивного качества образцов (в) от процентного содержания добавки

Таким образом, использование добавки вызывает появление расплава и приводит к интенсивному жидкофазному спеканию материала, к образованию пространственного каркаса в керамической черепке, что обуславливает увеличение его механической прочности и повышение морозостойкости.

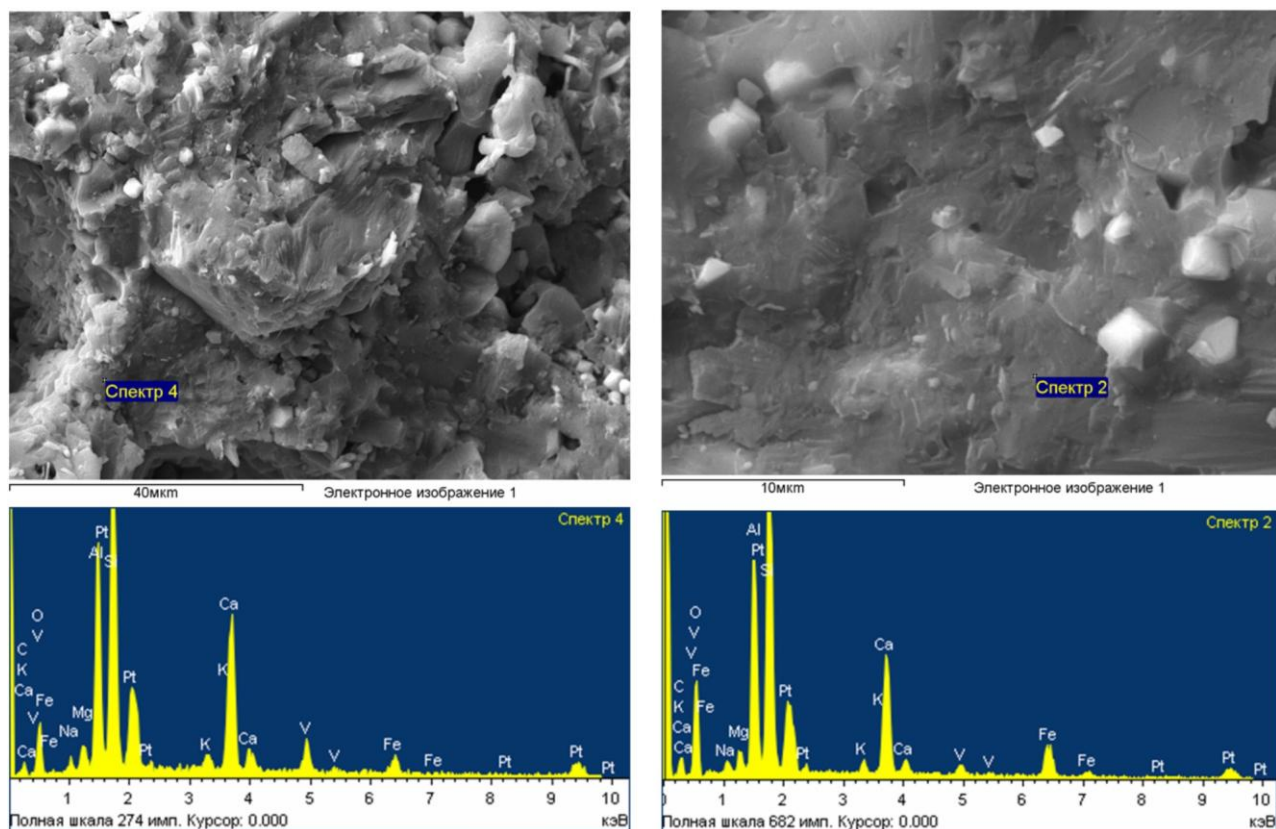


Рисунок 6 – Микроструктура керамического композиционного материала на основе отходов с добавкой плавня

В ходе исследований были получены высокие показатели предела прочности при сжатии образцов (80 – 120 МПа). Полученные результаты легли в основу заявки на изобретение, которое относится к производству строительных материалов и может быть использовано в технологии изделий стеновой и строительной керамики, в частности, кирпича, камней, черепицы, плитки и т. п.

Техническая новизна изобретения подтверждена положительным решением Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) о выдаче патента на изобретение за № 2009129691/03(041360) от 19. 04. 2010 г.

По результатам комплексных исследований, выполненных в рамках научной дипломной работы, разработана технологическая схема производства декоративного керамического кирпича из шламистой части отходов обогащения железных руд Абагурской обогатительно-агломерационной фабрики и корректирующих добавок, приведенная на рисунке 7. Внедрение предлагаемой технологии позволит выпускать лицевой керамический кирпич полусухого прессования, соответствующий ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камни

керамические», для марок 200 – 300 с различными оттенками коричневого цвета.

Использование минеральных отходов в производстве декоративных керамических изделий позволит не только расширить сырьевую базу отрасли, но и внесет значительный вклад в разрешение экологических проблем промышленных регионов России.

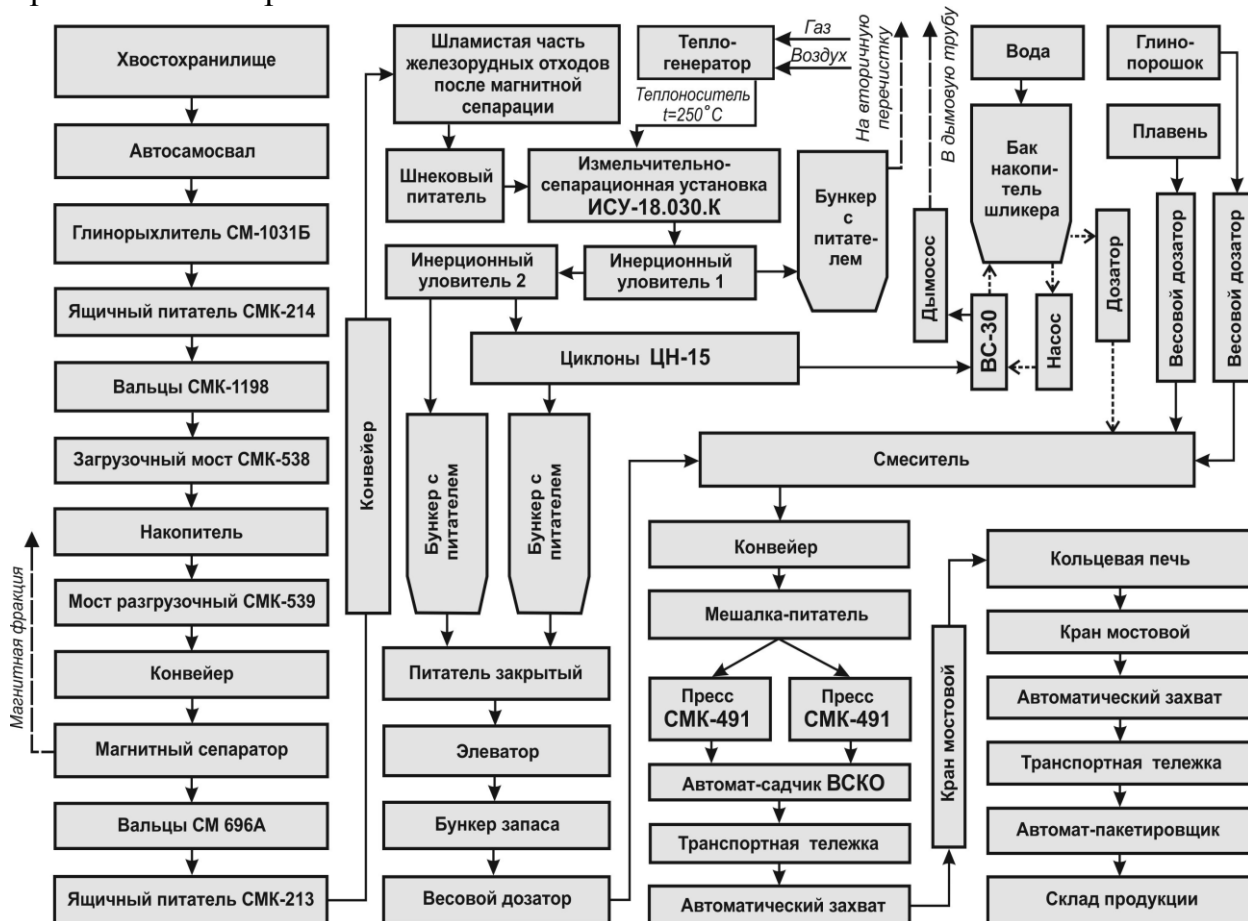


Рисунок 7 – Технологическая схема производства керамического кирпича полусухого прессования на основе шламистой части отходов обогащения железных руд

Библиографический список

1. Король С.П. Разработка технологии керамического кирпича объемного окрашивания [Текст] / С.П. Король, В.С. Гончаров // Строительные материалы. – 1994. – № 2. – С. 12-14.
2. Столбоушкин А.Ю. Технологическая оценка шламистой части отходов обогащения железных руд АОАФ как сырья для промышленности керамических строительных материалов [Текст] / А.Ю. Столбоушкин, С.Ж. Сайбулатов, Г.И. Стороженко // Комплексное использование минерального сырья. – 1992. – № 10. – С. 67-72.

ЦЕХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ ПОЛИСТИРОЛБЕТОНА

Тихонов С.А.

Научный руководитель: доцент Уточкина Л.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Требования по теплоизоляции зданий становятся значительно более жесткими, вследствие этого стало необходимым функциональное разделение строительных материалов на теплоизоляционные и несущую нагрузку, и эти материалы должны соответствующим образом сочетаться в элементах зданий. В этом отношении интересные решения предлагает использование легкого бетона с заполнителем из пенополистирола (полистиролбетона).



Рисунок 1 – Полистиролбетонные блоки

Полистиролбетон в промышленном строительстве является наиболее эффективным материалом, по ряду нескольких причин: из-за простоты изготовления и превосходных теплотехнических показателей, которые приведены в таблице 1.

У полистиролбетона более низкая стоимость по сравнению с другими строительными материалами. Низкая теплопроводность полистиролбетона, снижает затраты на отопление. Высокая технологичность строительства, не требует использования тяжелой грузоподъемной техники при строительстве домов. Полистиролбетон трудногорючий материал, имеющий высокую морозостойкость, его долговечность составляет более 100 лет, экологически безопасен, а также имеет высокую звуковую изоляцию и высокую гидроизоляцию при сохранении пароизоляции.

Таблица 1 – Основные технические характеристики полистиролбетона

Марка блоков по средней плотности (кг/м ³)	Класс по прочности на сжатие	Средняя прочность на сжатие R, МПа	Передел прочности на растяжение при изгибе, МПа	Коэффициент теплопроводности, Вт/м °С			Марка по морозостойкости
				в сухом состоянии	при эксплуатационной влажности		
					А	Б	
D150	М 2,5	-	0,10	0,055	0,057	0,060	F25
D200	М 3,5	-	0,15	0,065	0,070	0,075	F25-F35
D250	В 0,35	-	0,25	0,075	0,085	0,090	F35-F50
D300	В 0,5	0,73	0,35	0,085	0,095	0,105	F35-F50
D350	В 0,75	1,09	0,50	0,095	0,110	0,120	F50-F75
D400	В 1,0	1,45	0,60	0,105	0,120	0,130	F50-F75
D450	В 1,5	2,16	0,65	0,115	0,130	0,140	F75-F100
D500	В 2,0	2,90	0,70	0,125	0,140	0,155	F75-F100
D550	В 2,5	3,60	0,73	0,135	0,155	0,175	F100-F150

Строительство цеха по производству полистиролбетонных блоков планируется в промышленной зоне Заводского района города Новокузнецка. На территории генерального плана расположены: производственный цех, склад материалов, склад цемента, гараж, склад готовой продукции, ремонтно-механический цех, административно-бытовой комплекс.

Производство полистиролбетонных наружных стеновых блоков организовано по резательной технологии, с тепловой обработкой в туннельных камерах, в производственном корпусе длиной 72м и пролетом 18м (рисунок 2).

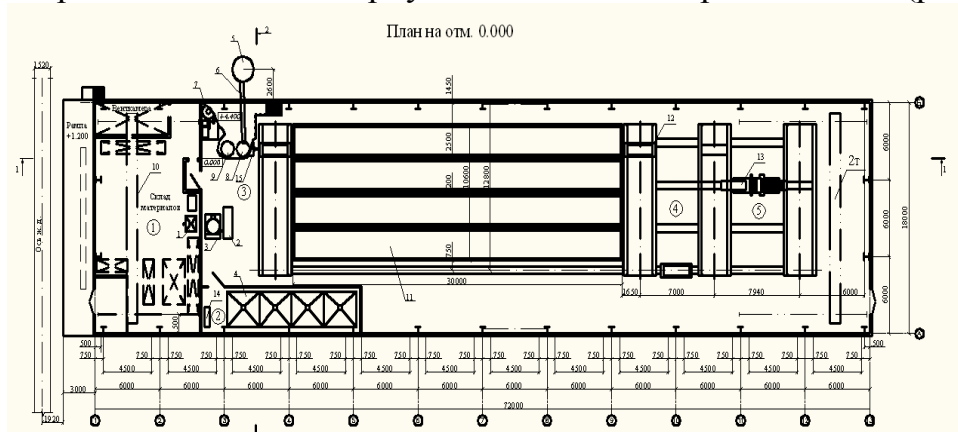


Рисунок 2 – Схема производства полистиролбетонных блоков по резательной технологии

Производственный корпус, состоит из: склада полистирола, бункерной, участка вспенивания и формования, участка распалубки и чистки форм, участка резки полистиролбетонных массивов.

На рисунке 3 показана технологическая схема производства изделий из полистиролбетона, которая состоит из технологических операций: хранения сырья; подготовки и подачи сырьевых материалов; приготовления бетонной

смеси; заливки массива; выдержки; тепловой обработки; распалубки; резки массива; упаковки и складирования продукции.

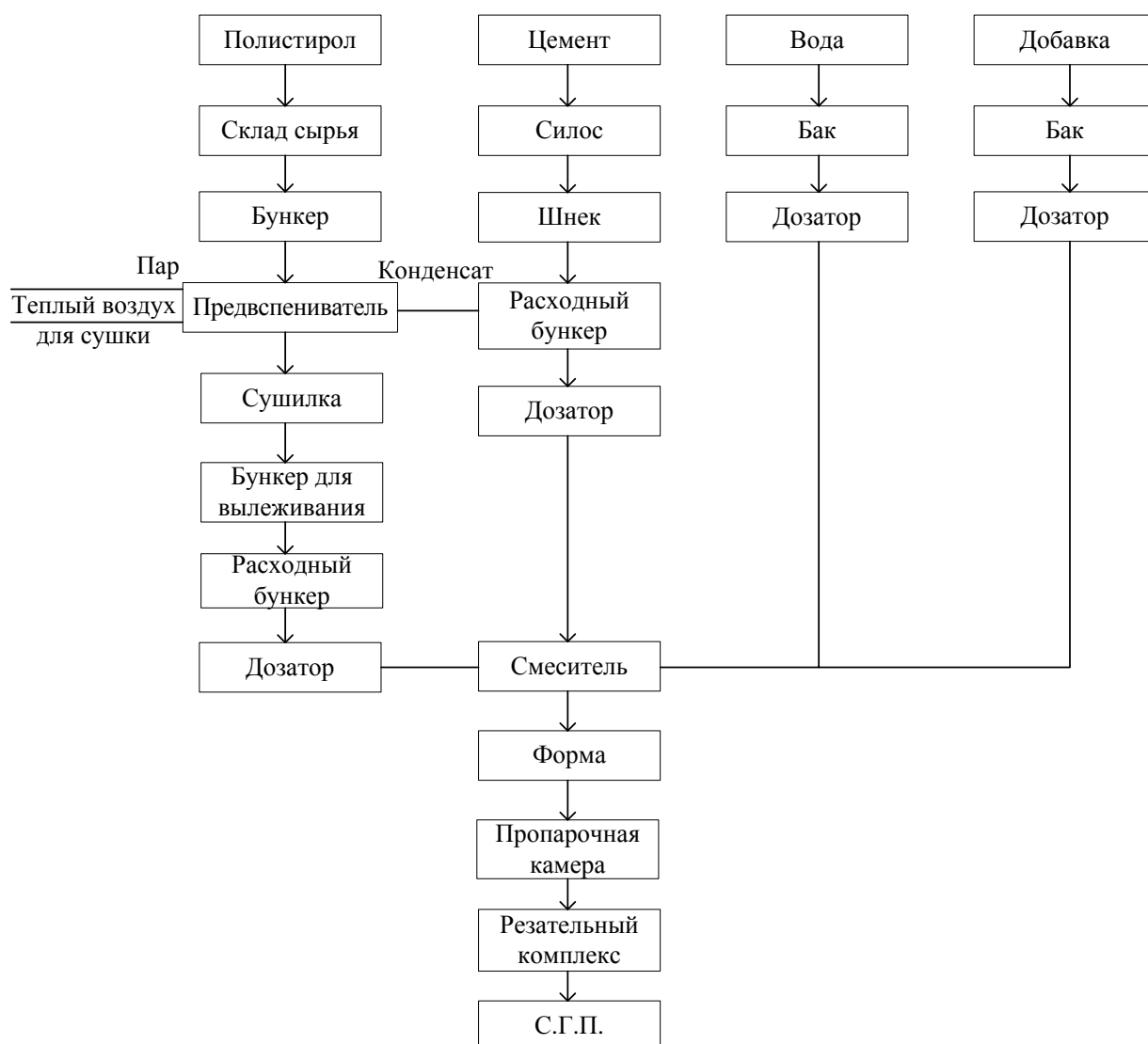


Рисунок 3 – Технологическая схема производства

Полистирол поступает на предприятие упакованный в бумажных мешках по железной дороге. Разгружается из вагона и транспортируется на склад сырья ленточным транспортером. На складе сырья исходные гранулы полистирола загружаются в приемный бункер, из которого пневмотранспортером, бисерный полистирол подается в расходный бункер предвспенивателя, после чего попадает в сушильную установку, а затем в бункера вылеживания.

Цемент шнековым транспортером подается в расходный бункер из силоса. Затем дозируется весовым дозатором и подается в смеситель. Таким же образом поступают вспененные гранулы полистирола в смеситель.

Приготовленная полистиролбетонная смесь заливается в передвижные формы со съемными бортами, которые затем поступают в пропарочные камеры на ТВО. После ТВО формы отправляются на участок распалубки, затем полученный массив отправляется на участок резки.

В проекте принята литьевая технология с дальнейшей резкой полистиролбетонных массивов, так как этот способ организации производства,

с применением резательного комплекса позволяет исключить большое количество ручных операций, увеличить производительность труда. Резательная технология обеспечивает изготовление блоков с точностью до 1 мм и качеством поверхности, отвечающим требованиям стандартов, что позволяет выполнять кладку с использованием специальных клеев и существенно повышает теплоэффективность наружных стен.

Хранение и транспортировка полистиролбетонных блоков осуществляется в пакетированном виде.

Разработаны мероприятия по безопасным методам выполнения работ, охраны окружающей среды и по пожарной безопасности. Проектируемое предприятие не оказывает вредного влияния на окружающую среду, как потребитель воды и источник сточных вод. Расчетом экономической эффективности доказана целесообразность организуемого производства.

УДК 691.1

ПРОИЗВОДСТВО КЛЕЕНОГО БРУСА

Николаев С.В.

Научный руководитель: доцент Уточкина Л.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

На сегодняшний день в Российской Федерации всего лишь 30% из строящихся домов, возводятся из профилированного клееного бруса. В то время, как в США дома из этого материала встречаются в 85% случаев, а других развитых странах – 60%. Обработать древесину внутри страны становится выгодней, чем ввозить готовые изделия из-за границы. Использование импортного дорогостоящего оборудования позволяет получить пиломатериалы экспортного качества, соответствующие европейским стандартам на предприятиях внутри страны.

Строительство из клееного бруса – это относительно новая технология, которая используется в России около 10-15 лет. Сегодня данная технология строительства постепенно вытесняет с рынка традиционные материалы деревянного домостроения, так как технология строительства из клееного бруса позволяет возводить дома оперативно. Преимущество клееных конструкций из дерева в их стабильном качестве и в том, что они сразу готовы к использованию. Использование клееных конструкций имеет хорошие перспективы в России.

Клееный брус – конструкционный материал, предназначенный для гражданского малоэтажного строительства. Из клееного бруса возводят стены малоэтажных домов. А из клееных балок можно монтировать различные стропильные конструкции и фермы. В зависимости от климатических условий и предназначения здания, брус берут различной толщины от 160мм до 240. Большие значения по толщине берутся при строительстве домов для круглогодичного проживания в условиях наших широт. Профиль клееного

бруса показан на рисунке 1.

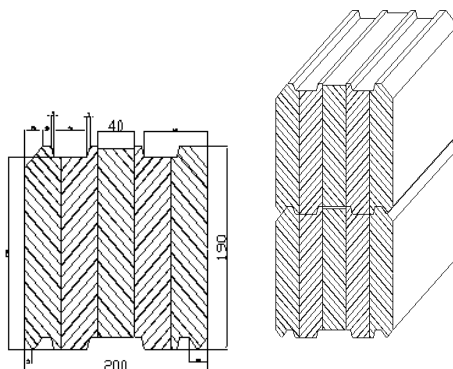


Рисунок 1 – Профиль клееного бруса

Технологический процесс изготовления клееного бруса состоит из следующих основных операций: сушка пиломатериалов (формирование сушильных штабелей, проведение и контролирование процесса сушки, кондиционирование и выдерживание пиломатериалов после сушки); продольный распил; оптимизация (вырезка дефектных мест на торцовочных станках); сращивание по длине (нарезка шипов, нанесение клея, торцевое сращивание); калибрование клеенной доски (ламели); склеивание (нанесение клея, запрессовка); выдерживание бруса; калибрование и профилирование бруса; упаковка. Технологическая схема производства приведена на рисунке 2.

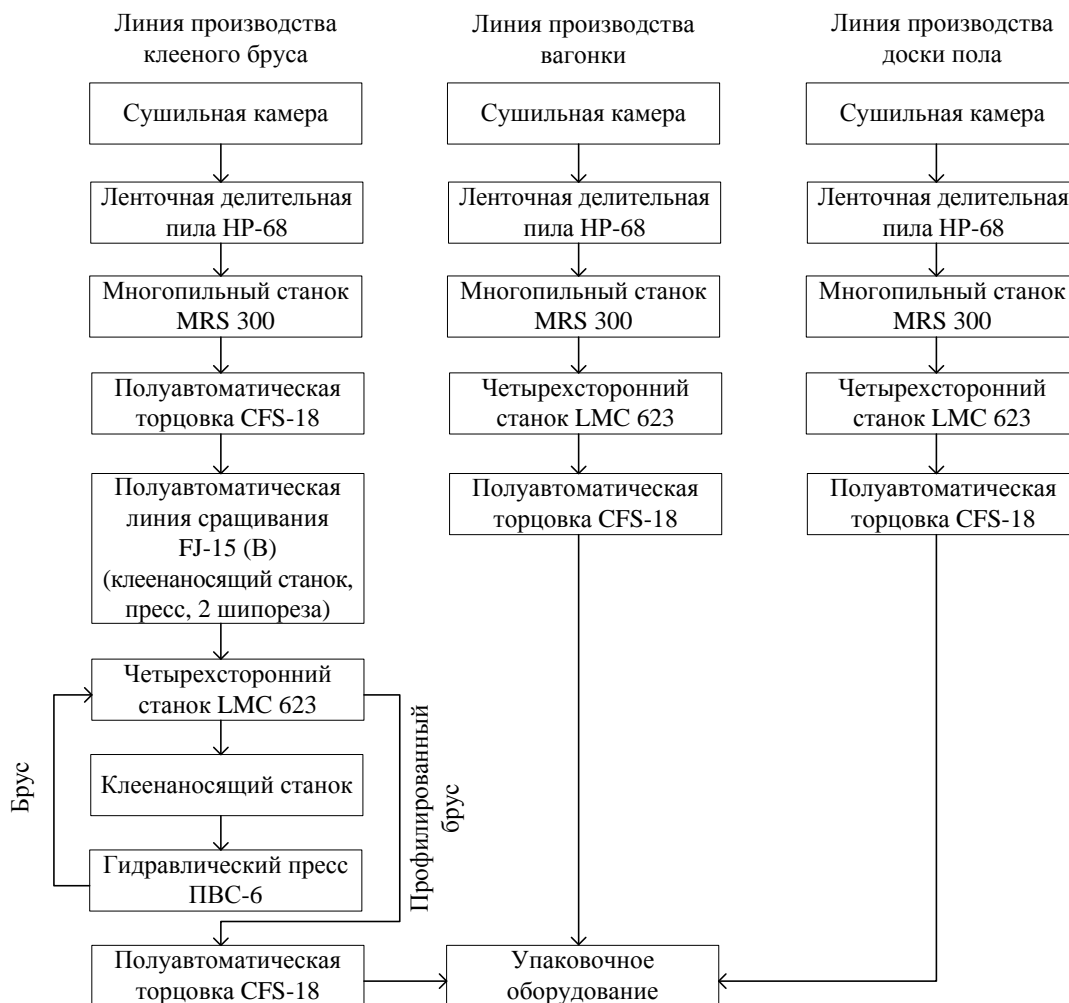


Рисунок 2 – Технологическая схема производства

Первая стадия в технологии это сушка обрезной доски. Сушка необходима для того, чтобы обеспечить необходимую точность механической обработки древесины, предупредить появление внутренних напряжений, устранить растрескивание и коробление деревянных элементов при эксплуатации, обеспечить возможность склеивания конструкций, а также повысить биологическую стойкость древесины. В проекте приняты 4 конвекционные сушильные камеры объемом по 120м³. Камерной сушке предшествует атмосферная.

Доски после сушильной камеры поступают в цех на транспортер, где проходит контроль на предельно допустимую влажность пиломатериала, при котором влагомером производится измерение влажности каждой заготовки. Отбракованные заготовки возвращаются на досушку или кондиционирование, а заготовки, соответствующие параметрам влажности, проверяются на наличие видимых дефектов. Поврежденные участки удаляют, а оставшиеся сращивают на минишип.

В линии производства *клееного бруса* первым этапом является получение доски нужной толщины, если это необходимо на ленточной пиле НР-68, затем торцовка на торцовочном станке более толстых досок различной толщины, в зависимости от размеров готового бруса. На этом же этапе происходит выборка наиболее лучших участков доски.

Затем выбранные участки, без неживых сучков и других дефектов, предусмотренных требованиями ГОСТа, поступают на полуавтоматическую линию сращивания FJ-15. Эта линия сращивания состоит из: левостороннего шипорезного станка F-C51, правостороннего шипорезного станка F-C52, сборочного прессы F-A07, клеенаносящего устройства F-G01.

Первым этапом на линии сращивания по длине является формирование зубчатых шипов. Вторым этапом на линии сращивания по длине является нанесение клея на шипы на клеенаносящем станке F-G01. Это станок с гребенкой, повторяющей профиль шипов и находящейся в ванной с клеем. Для регулирования расхода клея имеется заслонка такого же профиля. Зазор между ней и гребенкой устанавливается из расчета расхода клея не менее 400 г/м² площади клеевого соединения. Предпочтительным является двустороннее нанесение клея. В данном проекте на линии сращивания по длине клеенаносящий профильный ролик установлен на прессе для сращивания.

Третьим этапом на линии сращивания по длине является сборка и запрессовка соединений на прессе F-A07. Это гидравлический пресс, на котором усилие выбирается в зависимости от длины формирования шипа. Данный пресс работает в следующем цикле: нанесение клея и сборка соединений с ручным продвижением до упора; верхний прижим и выравнивание боковым прижимом для получения строгой прямолинейности заготовки; отпиливание в нужный размер с помощью встроенной нижней пилы и передачи заготовки в зону прессования; обжим заготовки торцевым давлением с выдержкой 20 минут; открытие прессы и выталкивание детали на подстопное место.

При продольном сращивании древесины на прессе, сращиваемый материал должен быть подобран по породе дерева, по качеству; по

геометрическим размерам, по текстуре. После выхода из пресса получается ламель длиной в 6м, который идет в четырехсторонний станок LMC 623 для обработки поверхностей с 4 сторон. Это необходимо, чтобы получить ровные, чисты поверхности для сращивания между собой по толщине. После четырехсторонней обработки подготовленные ровные ламели поступают на пост сращивания между собой по толщине в монолитный брус. Его получают на гидравлическом прессе ПВС-6. Данный пресс также оборудован клеенаносящим устройством, через которое ламели проходят перед поступлением на пресс. Когда ламели укладывают в пресс то выбирают наилучшие которые кладут по краям, лучшей стороной ламеля наружу, т.к. она потом будет лицевой. Цикл прессования на прессе ПВС-6 состоит: нанесение клея на ламели с помощью специального устройства и укладка вручную; выравнивание ламелей при помощи поверхности прижимных плит; прессование и выдержка под давлением в течение 40 минут; открытие пресса и транспортировка детали на место выдержки перед дальнейшей обработкой.

После прохождения цикла прессования брус поступает обратно на четырехсторонний станок, на котором происходит смена ножей для вырезания профиля бруса, что занимает около 1 часа. Брус, проходя через четырехсторонний станок LMC 623, приобретает профиль, облегчающий его монтаж при строительстве. Далее профилированный брус поступает на пост упаковки в термоусадочную плёнку.

При производстве клееного бруса и вагонки технический контроль осуществляют на различных стадиях технологического процесса. При входном или приемочном контроле контролируется качество пиломатериала, его соответствие ГОСТам, замеряется влажность. Соблюдение всех технологических требований является очень важным при производстве клееного бруса. На сегодняшний день при высоком уровне развития науки и техники получать высококачественную продукцию с использованием передовых технологий и материалов становится все проще.

УДК 666.972.167

ДОБАВКИ ДЛЯ ДОРОЖНЫХ ПЛИТ

Кулак Н.В.

Научный руководитель: доцент Уточкина Л.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Производство дорожных и аэродромных плит было и остается актуальным. Дорожные плиты применяются для возведения дорожных покрытий в регионах со сложными грунтово-гидроскопическими и климатическими условиями. Часто дорожные плиты используется для строительства дорог к возводимым объектам. Для строительства дороги плиты могут использоваться неоднократно, т.к. даже бывшие в употреблении, они не теряют своих свойств. Аэродромные плиты ПАГ, производство которых

проектируется в дипломном проекте, являются разновидностью дорожных плит, которые имеют более высокие свойства прочности и морозостойкости.

В бетонных покрытиях дорог и аэродромов основными расчетными напряжениями являются напряжения от изгиба, так как покрытие работает на изгиб, как плита на упругом основании. Поэтому при расчете состава бетона надо установить такое соотношение между его составляющими, которое обеспечивает требуемую прочность бетона на растяжение при изгибе, а также достаточную прочность на сжатие и морозостойкость.

Марка бетона плит по прочности на сжатие – М400, по морозостойкости – F200.

Для бетонной смеси следует принимать в качестве сырьевых компонентов цемент ПЦ 500-Д0 с содержанием трехкальциевого алюмината менее 10%, мытый щебень максимальной крупность 20мм, мытый песок с модулем крупности не менее 2,0, специальные добавки.

В качестве добавок используются как правило пластифицирующая добавка (С-3). Также рассмотрено применение гидроизоляционной добавки (Пенетрон-Адмикс) для повышения показателей бетона по водонепроницаемости и морозостойкости.

Суперпластификатор С-3 позволяет получать высокоподвижные, удобоукладываемые бетонные смеси, что упрощает их укладку и уплотнение.

Пенетрон – самая эффективная гидроизоляция бетона для повышения безопасности объектов дорожной инфраструктуры. Применяется для увеличения показателей бетона по водонепроницаемости, морозостойкости и прочности. Сравнительная характеристика добавок приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика добавок С-3 и Пенетрон-Адмикс

Показатели	С-3	Пенетрон-Адмикс
Вид добавки	пластифицирующая	гидроизоляционная
Внешний вид	сухой порошок	сухой порошок
Количество добавки, вводимое в бетонную смесь	0,2% от массы цемента	1% от массы цемента
Влияние добавки на свойства бетона: – подвижность бетонной смеси – водопотребность при затворении цемента – прочностные характеристики – сцепление бетона с арматурой и закладными изделиями – морозостойкость – водонепроницаемость – сульфатостойкость	↑ от П1 до П5 ↓ на 20-25% ↑ до 25% ↑ в 1,5–1,6 раз F 400 (350 циклов)	- - ↑ на 10% и более ↑ на 100 циклов и более ↑ от W4 до W12 ↑ стойкость к сульфатной коррозии
Уменьшение расхода цемента	на 20%	
Уменьшение энергозатрат (при	на 20%	

вибрации, ТВО)		
----------------	--	--

Действие материала Пенетрон-Адмикс основано на двух принципах: реакции в твердом состоянии и силы поверхностного натяжения жидкостей.

Активные химические компоненты материала Пенетрон-Адмикс равномерно распределенные в толще бетона, растворяясь в воде, вступают в реакцию с ионными комплексами кальция и алюминия, различными оксидами и солями металлов, содержащимися в бетоне. В ходе этих реакций формируются более сложные соли, способные взаимодействовать с водой и создавать нерастворимые кристаллогидраты. Сеть этих кристаллов заполняет капилляры, микротрещины и поры шириной до 0,4мм. При этом кристаллы становятся составной частью бетонной структуры.

Заполненные нерастворимыми кристаллами капилляры, микротрещины и поры не пропускают воду, поскольку в действие приходят силы поверхностного натяжения жидкостей. Сеть объемных кристаллов, заполняющая капилляры, препятствует фильтрации воды даже при наличии высокого гидростатического давления. Бетон с добавкой Пенетрон-Адмикс приобретает свойства водонепроницаемости, и способности к «самозалечиванию», сохраняя при этом паропроницаемость.

Проведен сравнительный анализ стоимости готовой продукции с применением добавок С-3 и Пенетрон-Адмикс. На основании этого анализа сделан вывод об эффективности использования более дорогой добавки, за счет повышения долговечности готовых изделий. Показатели технико-экономической эффективности капитальных вложений при годовой производительности 27 тыс. м³ в год представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели технико-экономической эффективности

Показатели	Ед. изм.	Значение показателей	
		С добавкой С-3	С добавкой Пенетрон
Полная годовая себестоимость продукции	тыс. руб.	144601,5	163172,5
– единицы продукции	тыс. руб./ м ³	8,998	10,152
Чистая прибыль	тыс. руб.	91897	78455
Срок окупаемости затрат	лет	3	3,4
Уровень рентабельности	%	32,7	27,8

УДК: 666.972

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОБАВКИ ЩЕЛОЧНОГО КОМПОНЕНТА ШЛАКОВОГО ВЯЖУЩЕГО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ПУТЕМ

Петухова Е.А.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время в строительстве широко используются шлаки металлургического производства: для отсыпки дорог, в качестве заполнителей в шлакобетонах, при производстве вяжущих и т.д. Это привело к необходимости проводить исследования по улучшению технологий производства с их применением.

Цель работы: оптимизировать содержание щелочного компонента в шлаковом цементе.

В состав вяжущего входили: известковая пыль, отработанная формовочная смесь (отход литейного производства), сульфатный компонент в виде гипса, молотый доменный граншлак.

Подбор состава вяжущего осуществлялся на образцах из раствора при соотношении компонентов вяжущее: заполнитель – 1:3 по массе. Количество образцов на один состав не менее 6 штук. В качестве заполнителя использовался песок доменного гранулированного шлака (фракция < 5мм). Для исследования составов были изготовлены образцы-балочки (4×4×16 см), которые подвергались тепловлажностной обработке по режиму (3+8+3)ч при температуре 95°С. Результаты обрабатывались по методике статистической обработки Стьюдента.

Эксперимент проводился методом рационального планирования с использованием матрицы планирования (для трехфакторного эксперимента) (таблица 1). Применение данной методики позволяет сократить объём лабораторного эксперимента в том случае, когда приходится иметь дело с большим числом влияющих факторов.

В данном случае, для экспериментального выполнения всех возможных сочетаний факторов требуется поставить 75 экспериментов. Данный метод позволяет сократить объем эксперимента в 5 раз, таким образом, требуется поставить всего 15 экспериментов, для которых сочетания факторов не повторяются. Полученные результаты обрабатываются математически, т.е. производится усреднение значения одного фактора при нейтрализации других. В результате строится графическая зависимость, на которой отражается требуемый фактор.

Таблица 1 – Матрица для трёхфакторного эксперимента

X ₁	1					2					3					4					5					
	X ₂	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
X ₃																										
1		///								///				///				///				///				
2				///				///					///					///	///	///						
3		///						///					///	///								///				

Исследуемые факторы: X₁ – газоочистная пыль известкового хозяйства; X₂ – отработанная формовочная смесь (ОФС); X₃ – гипс.

Таблица 2 – Факторы варьирования и их значения

Факторы варьирования	Единицы измерения	Обозначения	Значения факторов варьирования на уровнях				
			1	2	3	4	5
Газоочистная пыль известкового хозяйства	%	X_1	10	15	20	25	30
Отработанная формовочная смесь (ОФС)	%	X_2	0	3	6	9	12
Содержание гипса	%	X_3	0	3	6	0	0

В таблице 3 представлены расчетные данные, полученные на основе значений факторов варьирования на уровнях.

Таблица 3 – Расчётные данные

№ опыта	Факторы варьирования						Молотый граншлак, %
	Известковая пыль		ОФС		гипс		
	X_1	%	X_2	%	X_3	%	
1	1	10	1	0	1	0	90
2	2	15	5	12	1	0	73
3	3	20	4	9	1	0	71
4	4	25	3	6	1	0	69
5	5	30	2	3	1	0	67
6	1	10	4	9	2	3	78
7	2	15	3	6	2	3	76
8	3	20	2	3	2	3	74
9	4	25	5	12	2	3	60
10	5	30	1	0	2	3	67
11	1	10	2	3	3	6	81
12	2	15	4	9	3	6	70
13	3	20	5	12	3	6	62
14	4	25	1	0	3	6	69
15	5	30	3	6	3	6	58

В таблице 4 рассмотрен ряд откликов, которые непосредственно влияют на свойства шлакового цемента.

Таблица 4 – Результаты испытания

№ опыта	В сухом состоянии		ККК	Пористость, %
	$R_{сж}$, МПа	$R_{изг}$, МПа		
1	5,93	0,37	2,84	21
2	4,12	0,57	2,08	13,7
3	4,62	0,97	2,31	13,7
4	8,23	0,92	4,12	13,7
5	7,09	1,09	1,4	9,77
6	12,76	1,61	6,16	13,7
7	22	2,48	10,53	9,77

Подолжение таблицы 4

№ опыта	В сухом состоянии		ККК	Пористость, %
	$R_{сж}$, МПа	$R_{изг}$, МПа		
8	16,76	2,9	7,76	7,81
9	21,1	2,35	9,94	7,81
10	18,29	3,04	8,36	7,81
11	22,57	2,53	10,64	7,817
12	24,13	2,44	11,27	7,8
13	21,3	2,45	10,04	7,8
14	18,3	2,78	8,54	7,8
15	20,87	2,5	9,57	9,8

Для обработки результатов необходимо построить таблицы, в которые записываются результаты экспериментов, обработанных методом статистики (таблицы 5 – 12) для различных откликов.

Таблица 5 – Усреднение значений по факторам X_1 , X_3 (для $R_{сж}$ в сухом состоянии)

X_3	X_1					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	5,93	4,12	4,62	8,23	7,09	5,998
2	12,76	22	16,76	21,1	18,29	18,182
3	22,57	24,13	21,3	18,3	20,87	21,434
Среднее	13,75	16,75	14,23	15,88	15,42	15,2

Таблица 6 – Усреднение значений по факторам X_2 , X_3 (для $R_{сж}$ в сухом состоянии)

X_3	X_2					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	5,93	7,09	8,23	4,62	4,12	5,998
2	18,29	16,76	22	12,76	21,1	18,182
3	18,3	22,57	20,87	24,13	21,3	21,434
Среднее	14,17	15,47	17,03	13,85	15,5	15,2

Таблица 7 – Усреднение значений по факторам X_1 , X_3 (для $R_{изг}$ в сухом состоянии)

X_3	X_1					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	0,37	0,57	0,97	0,92	1,09	0,784
2	1,61	2,48	2,9	2,35	3,04	2,476
3	2,53	2,44	2,45	2,78	2,5	2,54
Среднее	1,5	1,83	2,11	2,02	2,21	1,93

Таблица 8 – Усреднение значений по факторам X_2 , X_3 (для $R_{изг}$ в сухом состоянии)

X_3	X_2					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	0,37	1,09	0,92	0,97	0,57	0,784
2	3,04	2,9	2,48	1,61	2,35	2,476
3	2,78	2,53	2,5	2,44	2,45	2,54
Среднее	2,06	2,17	1,97	1,67	1,79	1,93

Таблица 9 – Усреднение значений по факторам X_1 , X_3 (для ККК)

X_3	X_1					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	2,84	2,08	2,31	2,14	2,3	2,334
2	6,16	10,53	7,76	2,94	8,36	7,15
3	10,64	11,27	10,04	8,54	9,57	10,01
Среднее	6,55	7,96	6,7	4,54	6,74	6,5

Таблица 10 – Усреднение значений по факторам X_2 , X_3 (для ККК)

X_3	X_2					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	2,84	2,3	2,14	2,31	2,08	2,334
2	8,3	7,76	10,53	6,16	2,94	7,15
3	8,54	10,64	9,57	11,27	10,04	10,01
Среднее	6,58	6,9	7,4	6,58	5,02	6,5

Таблица 11 – Усреднение значений по факторам X_1 , X_3 (пористость)

X_3	X_1					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	21	13,7	13,7	13,7	9,77	14,374
2	13,7	9,77	7,81	7,81	7,81	9,376
3	7,817	7,8	7,8	7,8	9,8	8,2
Среднее	14,2	10,4	9,77	9,76	9,1	10,65

Таблица 12 – Усреднение значений по факторам X_2 , X_3 (пористость)

X_3	X_2					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	21	9,77	13,7	13,7	13,7	14,374
2	7,81	7,81	9,77	13,7	7,81	9,376
3	7,8	7,817	9,8	7,8	7,8	8,2
Среднее	12,2	8,46	11,09	11,7	9,76	10,65

Далее, по усредненным значениям составленных таблиц усреднений необходимо построить графики влияния факторов X_1 , X_2 , X_3 на отклики. Методом математического планирования эксперимента установлен оптимальный состав шлакового цемента: газоочистная известковая пыль 15 – 20%, ОФС 3 – 6%, сульфатный компонент 3%, гранулированный доменный шлак – остальное.

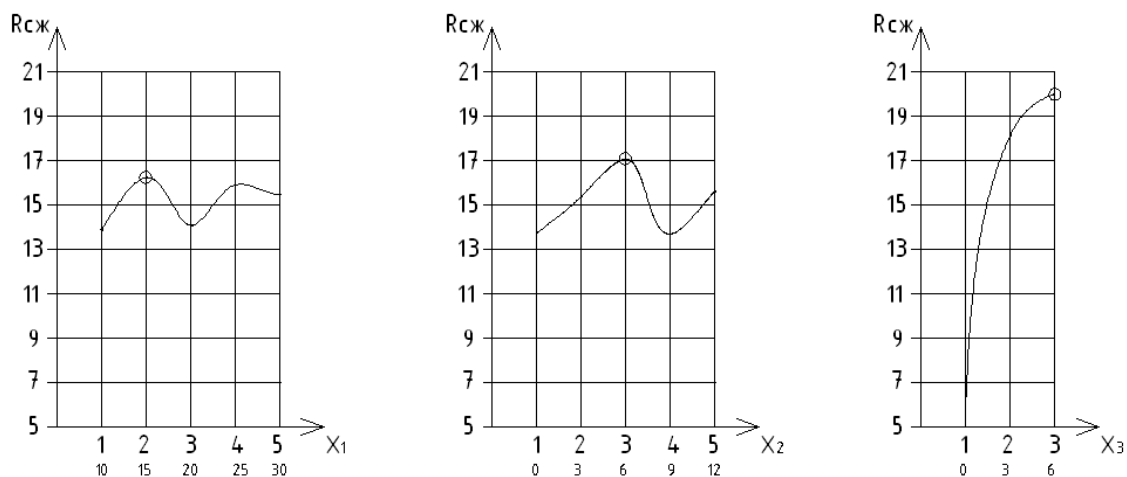


Рисунок 1 – Влияние факторов X_1 , X_2 , X_3 на отклик ($R_{сж}$)

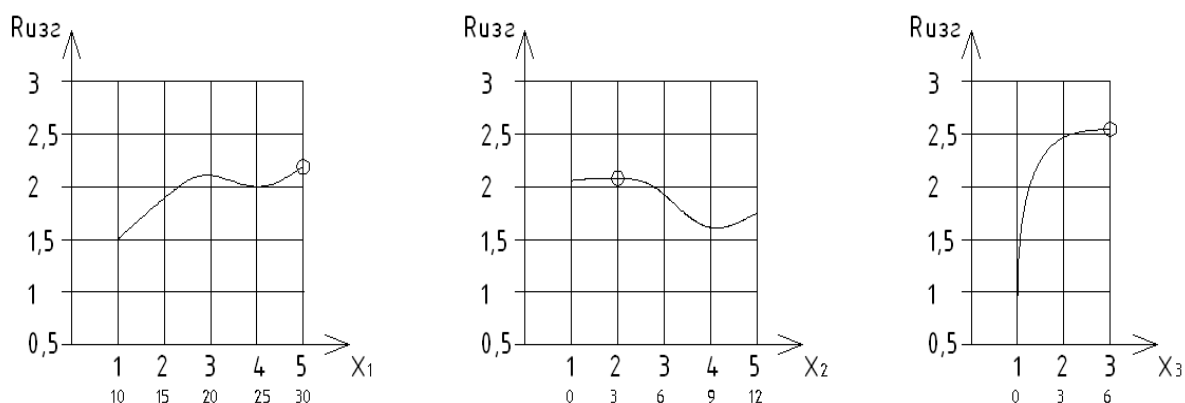


Рисунок 2 – Влияние факторов X_1 , X_2 , X_3 на отклик ($R_{изг}$)

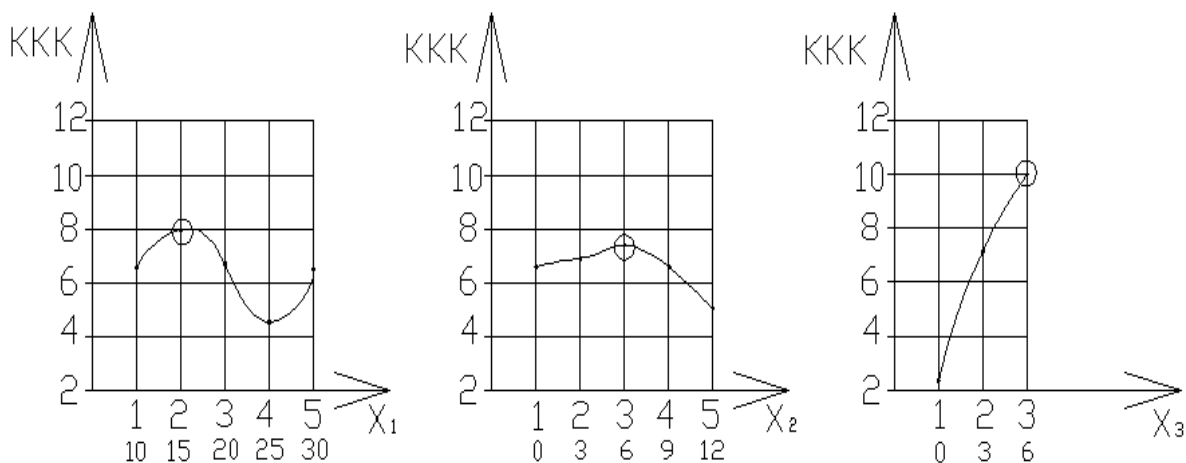


Рисунок 3 – Влияние факторов X_1 , X_2 , X_3 на отклик ($ККК$)

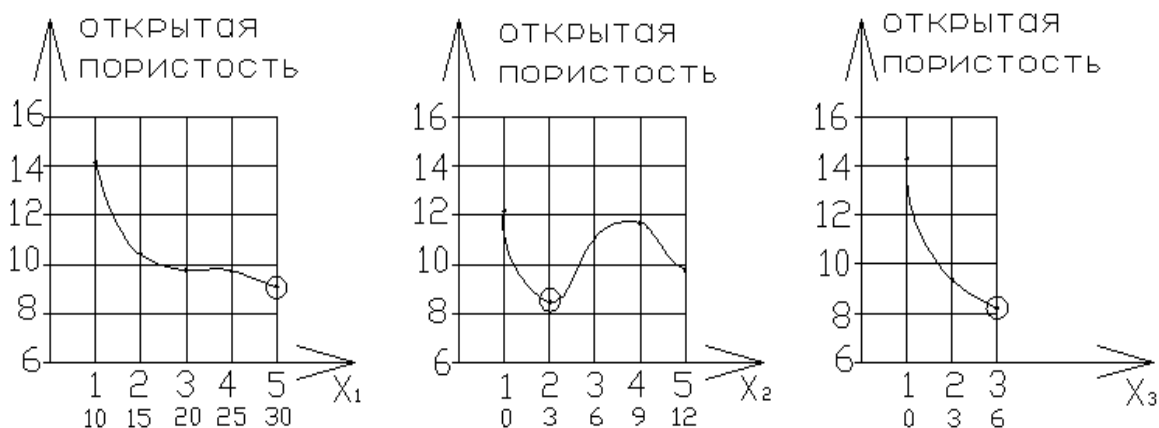


Рисунок 4 – Влияние факторов X_1 , X_2 , X_3 на отклик (открытая пористость)

УДК: 666.9:519.25

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ИЗВЕСТКОВО-ШЛАКОВОГО ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА

Клиппа Д.В., Сусликова Е.А.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Панова В.Ф.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

На сегодняшний день качественно изменился подход к строительству, увеличилась доля промышленного и гражданского строительства, повысилось его качество. В связи с этим, изменились требования к строительным материалам, что привело к необходимости проводить исследования по улучшению уже известных технологий производства и разработке новых. Учитывая ограниченность природных ресурсов вследствие их истощения, актуальным направлением в развитии производства строительных материалов является использование техногенных продуктов, в частности, молотого гранулированного доменного шлака.

Цель работы: оптимизировать состав известково-шлакового вяжущего.

Исследование осуществляется на образцах – балочках ($4 \times 4 \times 16$ см). Вещественный состав образцов балочек: вяжущее (1 часть) + заполнитель (3 части). В состав вяжущего входили: тонкомольный граншлак с удельной поверхностью около $4500 \text{ см}^2/\text{г}$, щелочной активатор – газоочистная пыль известкового производства, сульфатный активизатор шлака – гипс строительный. В качестве заполнителя используется граншлаковый песок (фракция менее 0,5 мм). Образцы – балочки подвергались тепло-влажностной обработке (3+6+3), экзотермическая выдержка при температуре 95°C . Количество образцов на один состав не менее 6 штук. Результаты обрабатывались по методике статистической обработки Стьюдента.

Эксперимент проводился методом рационального планирования с использованием матрицы планирования (для трехфакторного эксперимента)

(таблица 1). Применение данной методики позволяет сократить объём лабораторного эксперимента в том случае, когда приходится иметь дело с большим числом влияющих факторов, так как проверить на опыте все возможные сочетания этих факторов практически невозможно из-за громадного числа таких сочетаний.

В данном случае, для экспериментального выполнения всех возможных сочетаний факторов требуется поставить 75 экспериментов. Данный метод позволяет сократить объём эксперимента в 5 раз, таким образом, требуется поставить всего 15 экспериментов, для которых сочетания факторов не повторяются. Полученные результаты обрабатываются математически, т.е. производится усреднение значения одного фактора при нейтрализации других. В результате строится графическая зависимость, на которой отражается требуемый фактор.

Таблица 1 – Матрица для трёхфакторного эксперимента

X ₁	1					2					3					4					5									
	X ₂	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5				
1	/									/				/					/					/					/	
2			/				/					/							/	/		/							/	
3		/						/						/	/									/					/	

Исследуемые факторы: X₁ – содержание пыли газоочистки известкового производства (известковая пыль); X₂ – содержание ускорителя помола – отработанной формовочной смеси (ОФС), по содержанию ОФС – это кварцевый тонкодисперсный песок; X₃ – количество добавки гипса.

Таблица 2 – Факторы варьирования и их значения

Факторы варьирования	Единицы измерения	Обозначения	Значения факторов варьирования на уровнях				
			1	2	3	4	5
Содержание известковой пыли	% по сухой массе	X ₁	10	15	20	25	30
Содержание ОФС	% по сухой массе	X ₂	0	3	6	9	12
Содержание гипса	% по сухой массе	X ₃	0	3	6	–	–

В таблице 3 представлены расчетные данные, полученные на основе значений факторов варьирования на уровнях.

Таблица 3 – Расчётные данные

№ опыта	Факторы варьирования						Молотый граншлак сито<0,8, %
	пыль известковая		ОФС		гипс		
	X ₁	%	X ₂	%	X ₃	%	
1	1	10	1	0	1	0	90
2	2	15	5	12	1	0	73
3	3	20	4	9	1	0	71
4	4	25	3	6	1	0	69
5	5	30	2	3	1	0	67
6	1	10	4	9	2	3	78
7	2	15	3	6	2	3	76
8	3	20	2	3	2	3	74
9	4	25	5	12	2	3	60
10	5	30	1	0	2	3	67
11	1	10	2	3	3	6	81
12	2	15	4	9	3	6	70
13	3	20	5	12	3	6	62
14	4	25	1	0	3	6	69
15	5	30	3	6	3	6	58

В таблице 4 рассмотрен ряд откликов, которые непосредственно влияют на свойства мелкозернистого бетона.

Таблица 4 – Результаты испытания

№ опыта	Прочность в насыщенном водой состоянии		ККК, МПа	Открытая пористость, %
	R _{сж} , МПа	R _{изг} , МПа		
1	4,46	0,57	2,84	21
2	3,3	0,37	2,08	13,7
3	4,87	0,83	2,31	13,7
4	7,13	0,83	2,14	13,7
5	7,67	1,86	2,3	9,77
6	4,2	1,08	6,16	13,7
7	14,29	2,5	10,53	9,77
8	13,14	2,55	7,76	7,81
9	20,43	2,14	2,94	7,8
10	15,86	2,34	8,36	7,8
11	17,14	3,33	10,64	7,8
12	14,57	2,45	11,27	7,8
13	16,86	2,03	10,04	7,8
14	19,43	2,05	8,54	7,8
15	15,71	1,91	9,57	9,8

Для обработки результатов необходимо построить таблицы, в которые записываются результаты экспериментов, обработанных методом статистики (таблицы 5 – 12) для различных откликов.

Таблица 5 – Усреднение значений по факторам X_1 , X_3 (для ККК)

X_3	X_1					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	2,84	2,08	2,31	2,14	2,3	2,334
2	6,16	10,53	7,76	2,94	8,36	7,15
3	10,64	11,27	10,04	8,54	9,57	10,01
Среднее	6,55	7,96	6,7	4,54	6,74	6,5

Таблица 6 – Усреднение значений по факторам X_2 , X_3 (для ККК)

X_3	X_2					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	2,84	2,3	2,14	2,31	2,08	2,334
2	8,3	7,76	10,53	6,16	2,94	7,15
3	8,54	10,64	9,57	11,27	10,04	10,01
Среднее	6,58	6,9	7,4	6,58	5,02	6,5

Таблица 7 – Усреднение значений по факторам X_1 , X_3 (для открытой пористости)

X_3	X_1					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	21	13,7	13,7	13,7	9,77	14,374
2	13,7	9,77	7,81	7,8	7,8	9,376
3	7,8	7,8	7,8	7,8	9,8	8,2
Среднее	14,2	10,4	9,77	9,76	9,1	10,65

Таблица 8 – Усреднение значений по факторам X_2 , X_3 (для открытой пористости)

X_3	X_2					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	21	9,77	13,7	13,7	13,7	14,374
2	7,8	7,81	9,77	13,7	7,8	9,376
3	7,8	7,8	9,8	7,8	7,8	8,2
Среднее	12,2	8,46	11,09	11,7	9,76	10,65

Таблица 9 – Усреднение значений по факторам X_1 , X_3 (для $R_{сж}$)

X_3	X_1					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	4,46	3,3	4,87	7,13	7,67	5,486
2	4,2	14,29	13,14	20,43	15,86	13,584
3	17,14	14,57	16,86	19,43	15,71	16,742
Среднее	8,6	10,72	11,62	15,66	13,08	11,936

Таблица 10 – Усреднение значений по факторам X_2, X_3 (для $R_{сж}$)

X_3	X_2					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	4,46	7,67	7,13	4,87	3,3	5,486
2	15,86	13,14	14,29	4,2	20,43	13,584
3	19,43	17,14	15,71	14,57	16,86	16,742
Среднее	13,25	12,65	12,38	7,88	13,53	11,936

Таблица 11 – Усреднение значений по факторам X_1, X_3 (для $R_{изг}$)

X_3	X_1					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	0,57	0,37	0,83	0,83	1,86	0,892
2	1,08	2,5	2,55	2,14	2,34	2,122
3	3,33	2,45	2,03	2,05	1,91	2,354
Среднее	1,66	1,77	1,8	1,67	2,04	1,8

Таблица 12 – Усреднение значений по факторам X_2, X_3 (для $R_{изг}$)

X_3	X_2					Среднее
	1	2	3	4	5	
1	0,57	1,86	0,83	0,83	0,37	0,892
2	2,14	2,55	2,5	2,34	1,08	2,122
3	2,45	2,05	1,91	3,33	2,03	2,354
Среднее	1,72	2,15	1,746	1,23	1,16	1,8

Далее, по усредненным значениям составленных таблиц усреднений необходимо построить графики влияния факторов X_1, X_2, X_3 на отклики (рисунки 1-4).

Проанализировав полученные результаты можно сделать окончательное заключение по оптимальному составу вяжущего, содержание: известковая пыль – 15%, ОФС – 6%, гипс – 6%.

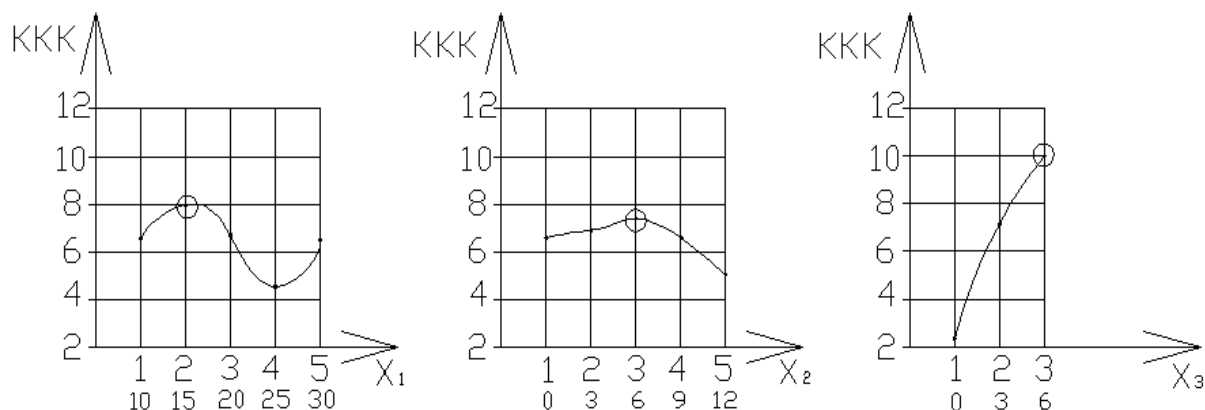


Рисунок 1 – Влияние факторов X_1, X_2, X_3 на отклик (ККК)

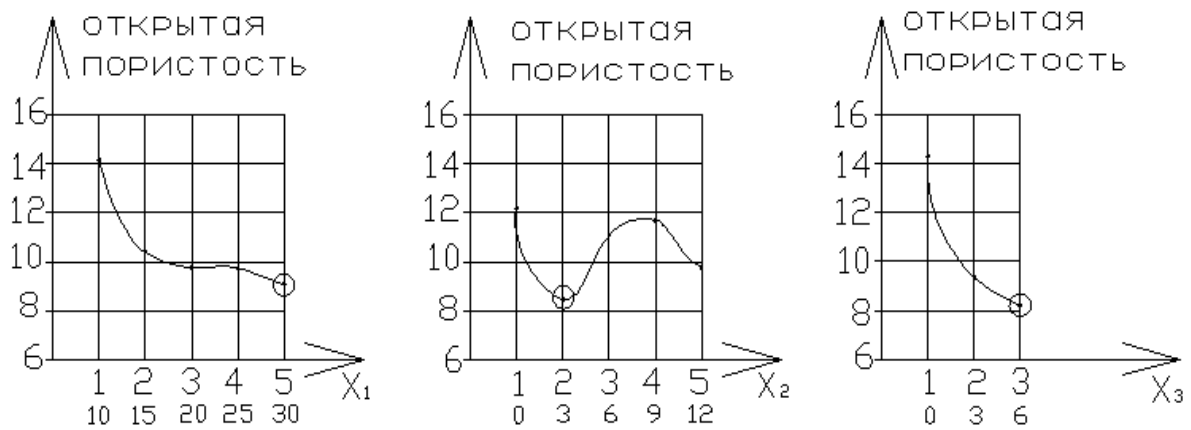


Рисунок 2 – Влияние факторов X_1 , X_2 , X_3 на отклик (открытая пористость)

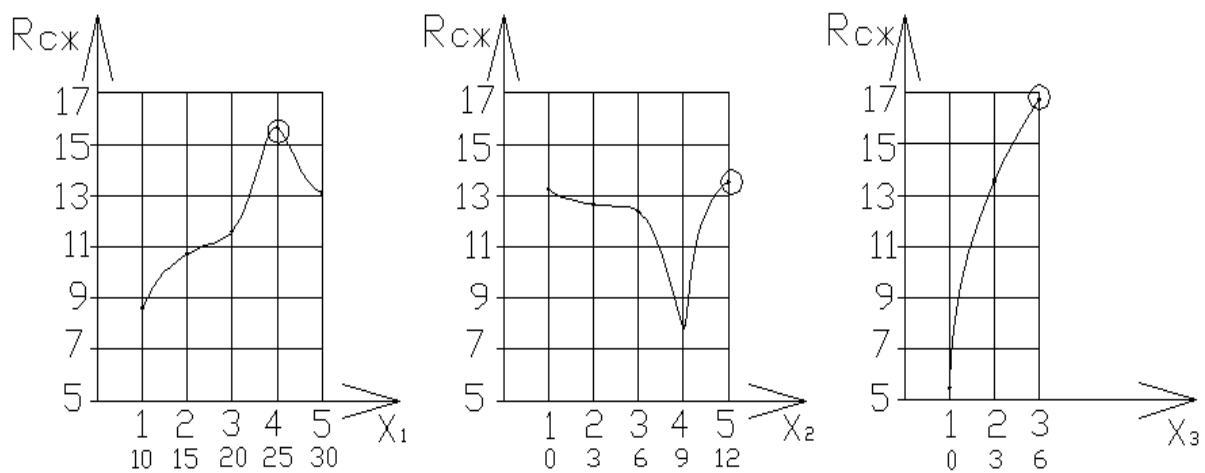


Рисунок 3 – Влияние факторов X_1 , X_2 , X_3 на отклик ($R_{сж}$)

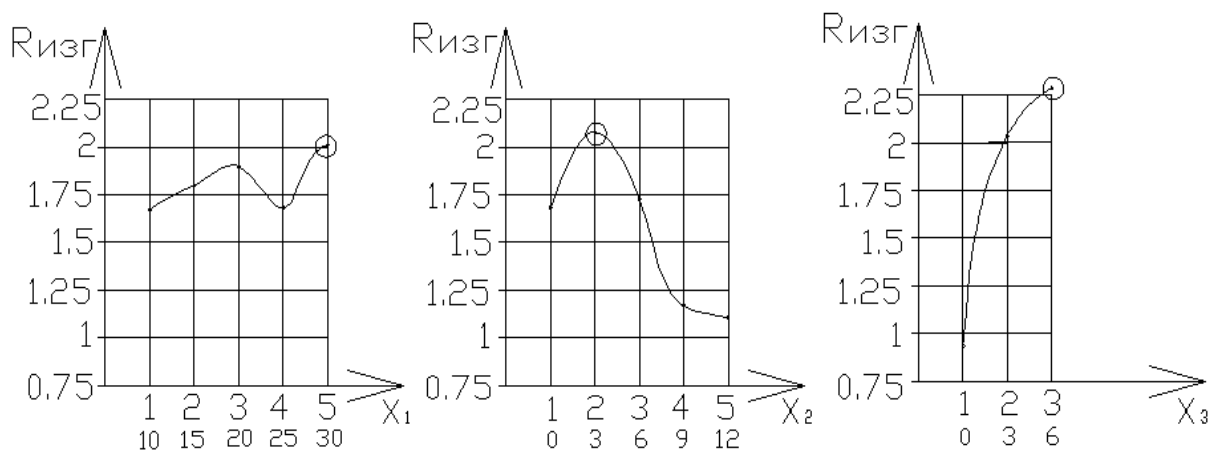


Рисунок 4 – Влияние факторов X_1 , X_2 , X_3 на отклик ($R_{изг}$)

ПЛАНИРОВАНИЕ ШЕСТИФАКТОРНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ПОДБОРУ СОСТАВА МЕЛКОЗЕРНИСТОГО БЕТОНА НА МЕСТНЫХ МАТЕРИАЛАХ ДЛЯ МОНОЛИТНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Ваулина Е.Ф., ИONOва И.А.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В связи с ростом промышленного и жилищного строительства возрастает потребность в заполнителях для бетонов. Однако, в Кузбассе при изготовлении бетона мелкого заполнителя не хватает. В связи с этим песок завозится из Алтайского края и Новосибирской области. Возможным путем решения этой проблемы стало использование отходов промышленных производств: золы ТЭЦ, поризованные и дробленые шлаки металлургических предприятий.

Цель данной работы: подобрать состав шлакобетона на местных материалах для монолитного строительства. В связи с этим были поставлены задачи:

1. Изучить физико-механические свойства местных строительных материалов и отходов промышленности.
2. Изготовить опытные образцы бетона на основе выбранных материалов с различной их концентрацией.
3. Исследовать влияние добавок, увеличивающих подвижность и скорость твердения, на свойства бетонной смеси и бетона.
4. Подобрать оптимальный состав бетона методом математического рационального планирования эксперимента.
5. Исследовать влияние паропрогрева на среднюю плотность и на прочность бетона оптимального состава.

Для изучения свойств отходов промышленности, для получения мелкого заполнителя, были взяты следующие виды шлаков: медленноохлажденный дробленый доменный шлак КМК, гранулированный доменный шлак КМК, гранулированный доменный шлак ЗСМК. Анализ химического состава гранулированных шлаком показал, что шлаки КМК и ЗСМК не имеют резких отличий в содержании оксидов и удовлетворяют требованиям предъявляемых к шлакам, а именно: содержание закиси марганца MnO в шлаке не превышает 4%, сульфидной серы SO_3 – 3%, оксида магния MgO – 18%. Основность шлаков КМК и ЗСМК низкая, менее 1, т.е. они относятся к кислым шлакам.

Для определения физико-механических свойств были взяты: гранулированный шлак КМК и ЗСМК, и медленноохлажденный дробленый шлак КМК. Результаты показали, что исследуемые шлаки имеют истинную плотность 2,8-2,9 г/см³. Гранулированный шлак ЗСМК имеет насыпную плотность 900...1100 кг/м³, медленноохлажденный 1300...1500 кг/м³. Шлаковый заполнитель по грансоставу соответствует мелким пескам, фракцией менее 5 мм, модуль крупности 1,8.

Учитывая, что золошлаковую смесь можно применять в качестве заполнителя бетонов, в работе исследовалась зола Томь-Усинской ГРЭС. Зола по способу получения подразделяется на золошлаковую смесь, получаемую из

отвала, и сухую золу-унос из электрофильтров. Химический состав исследуемой золошлаковой смеси показал, что она удовлетворяет требованиям предъявляемым к заполнителям: содержание окиси магния MgO не превышает 5%, CaO – 3%, сульфидной серы SO₃ – 3%. Изученный гранулометрический состав золошлаковой смеси показал, что зола Томь-Усинской ГРЭС относится к полидисперсной, и является очень мелким заполнителем, модуль крупность 1,1.

В ходе работы необходимо было подобрать добавку, которая бы улучшала удобоукладываемость и ускоряла твердение бетона. Для исследования были выбраны следующие добавки: СДБ, ВНГ, «Прогресс», КМЦ, хлористый натрий. С целью получения комплексного эффекта от действия добавок на свойства бетонной смеси, добавки были взяты в эксперимент по одной или в смеси друг с другом.

Для последующего эксперимента выбраны следующие материалы: гранулированный шлак ЗСМК, золошлаковая смесь Томь-Усинской ГРЭС, портландцемент М500, воздухововлекающая добавка «Прогресс», добавка, ускоряющая процесс твердения – хлористый натрий.

На основании выбранных материалов была проведена оптимизация состава бетона. Задача решалась с применением метода математического планирования эксперимента. Была избрана методика рационального планирования эксперимента, позволяющая так спланировать сочетания различных факторов, чтобы при минимальном числе опытов равномерно охватить все возможные их сочетания, одновременно графически выразить зависимость от основных факторов. Рассматривалась зависимость средней плотности мелкозернистого бетона, предела прочности при изгибе, предела прочности при сжатии от шести переменных факторов, которые меняются на пяти уровнях. (табл.1)

Основным условием составления матрицы планирования является то, что в строках и столбцах не должно быть повторных сочетание. Заштрихованные квадраты показывают при каких значениях факторов X₁, X₂, X₃, X₄, X₅, X₆ необходимо провести эксперименты (рисунок 1).

		X ₁																								
		0				0,5				1,0				1,5				2,0								
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
		X ₅					X ₃					X ₂					X ₄									
		0					3,5					4,0					4,5					5,0				
X ₆	№	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅
0,44	1		2,0																							
0,46	2		1,5																							
0,48	3	0	1,0																							
0,50	4		0,5																							
0,52	5		0																							
0,44	1		2,0																							
0,46	2		1,5																							
0,48	3	7	1,0																							
0,50	4		0,5																							
0,52	5		0																							
0,44	1		2,0																							
0,46	2		1,5																							
0,48	3	8	1,0																							
0,50	4		0,5																							
0,52	5		0																							
0,44	1		2,0																							
0,46	2		1,5																							
0,48	3	9	1,0																							
0,50	4		0,5																							
0,52	5		0																							
0,44	1		2,0																							
0,46	2		1,5																							
0,48	3	10	1,0																							
0,50	4		0,5																							
0,52	5		0																							

Рисунок 1 – Матрица планирования для шести переменных факторов

Для экспериментального выполнения всех возможных сочетаний факторов требуется поставить 625 экспериментов. Математический метод позволяет сократить объём эксперимента в 25 раз, эксперимент планирует двадцать пять составов. Табл. 2. Из каждого замеса изготавливалось двенадцать образцов, размерами 4x4x16 см (табл.2, табл.3). Были определены следующие условия твердения: 6 образца твердели в нормальных условиях (влажные опилки, температура 20С⁰), а другие 6 образца подвергались пропариванию в пропарочной камере, (3+10+3,2).

Таблица 1 – Факторы варьирования и их значений

Факторы варьирования	Ед. изм.	Обозначения	Значения факторов варьирования на уровнях				
			1	2	3	4	5
Содержание доменного граншлака	%	X ₁	0	20	40	60	80
Содержание золошлаковой смеси	%	X ₂	80	60	40	20	0
Содержание портландцемента М500	%	X ₃	16	18	20	22	24
Водовяжущее отношение	Часть	X ₄	0,44	0,46	0,48	0,5	0,52
Содержание добавки «Прогресс»	%	X ₅	0,14	0,16	0,18	0,2	0,22
Содержание NaCl	%	X ₆	0,28	0,32	0,36	0,4	0,44

Определение откликов средней плотности, предела прочности при изгибе и сжатии от фактора осуществлялось путем нейтрализации остальных факторов. Построены графики зависимости откликов от шести факторов для бетонов, твердеющих в естественных условиях и при тепловлажностной обработки.

Таблица 2 – Расчетные данные

№ состава	Факторы варьирования и их уровни											
	Шлак		Зола		Цемент		В/В		Добавки			
	X1	%	X2	%	X3	%	X4	часть	«Прогресс»		NaCl	
	X5	%	X6	%								
1	2	20	3	40	4	22	3	0,48	1	0,14	1	0,28
2	3	40	2	60	1	16	3	0,48	2	0,16	1	0,28
3	4	60	5	0	5	24	2	0,46	3	0,18	1	0,28
4	1	20	1	80	2	18	5	0,52	4	0,2	1	0,28
5	5	80	4	20	3	20	5	0,52	5	0,22	1	0,28
6	3	40	4	20	1	16	5	0,52	1	0,14	2	0,32
7	4	60	3	40	5	24	4	0,5	2	0,16	2	0,32
8	3	40	2	60	3	20	5	0,52	3	0,18	2	0,32
9	2	20	5	0	3	20	1	0,44	4	0,2	2	0,32

Продолжение таблицы 2

№ состава	Факторы варьирования и их уровни											
	Шлак		Зола		Цемент		В/В		Добавки			
	X1	%	X2	%	X3	%	X4	часть	«Прогресс»		NaCl	
									X5	%	X6	%
10	1	0	1	80	4	22	2	0,46	5	0,22	2	0,32
11	3	40	1	80	5	24	2	0,46	1	0,14	3	0,36
12	1	0	4	20	2	18	1	0,44	2	0,16	3	0,36
13	2	20	3	40	3	20	5	0,52	3	0,18	3	0,36
14	4	60	2	60	4	22	3	0,48	4	0,2	3	0,36
15	3	40	5	0	1	16	4	0,5	5	0,22	3	0,36
16	4	60	5	0	2	18	1	0,44	1	0,14	4	0,4
17	5	80	1	80	3	20	5	0,52	2	0,16	4	0,4
18	2	20	4	20	4	22	4	0,5	3	0,18	4	0,4
19	3	40	3	40	1	16	2	0,46	4	0,2	4	0,4
20	2	20	2	60	5	24	3	0,48	5	0,22	4	0,4
21	1	0	2	60	3	20	2	0,46	1	0,14	5	0,44
22	2	20	5	0	4	22	2	0,46	2	0,16	5	0,44
23	3	40	1	80	1	16	1	0,44	3	0,18	5	0,44
24	5	80	4	20	5	24	3	0,48	4	0,2	5	0,44
25	4	60	3	40	2	18	5	0,52	5	0,22	5	0,44

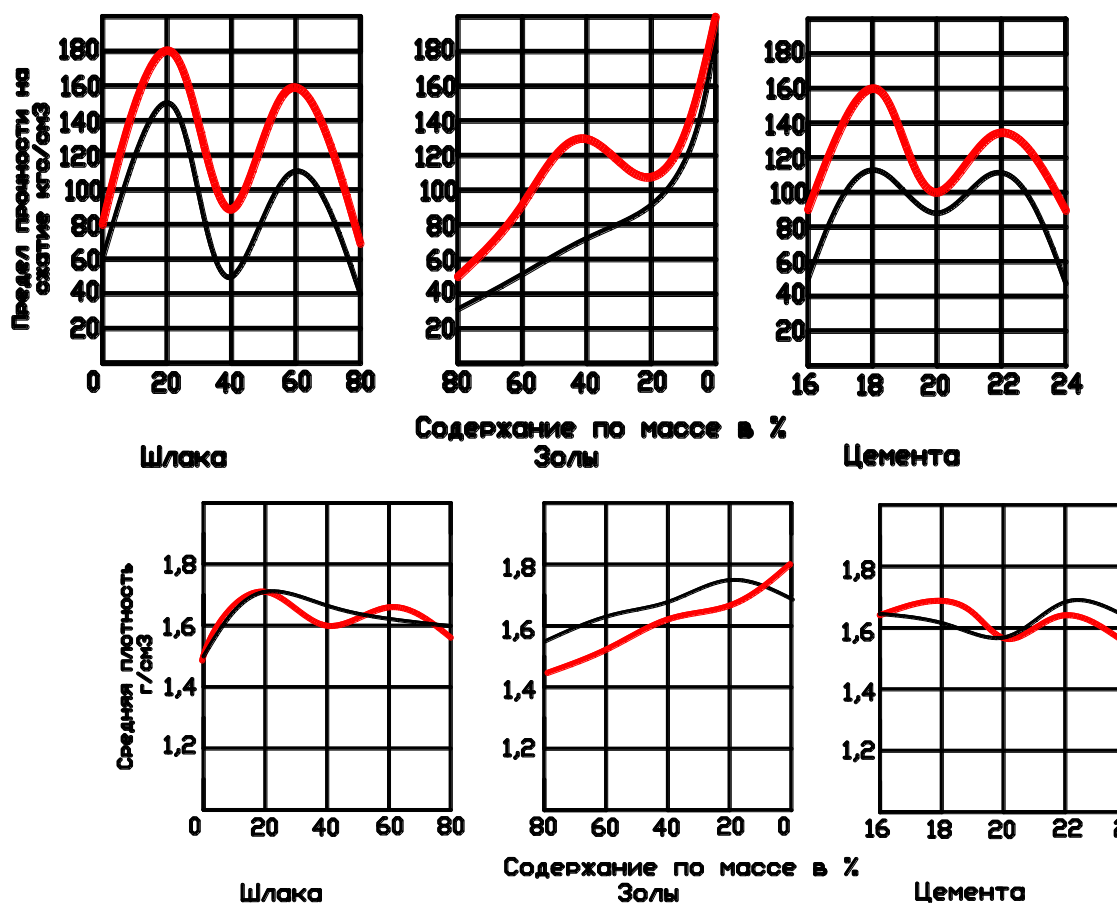
Таблица 3 – Результаты испытаний

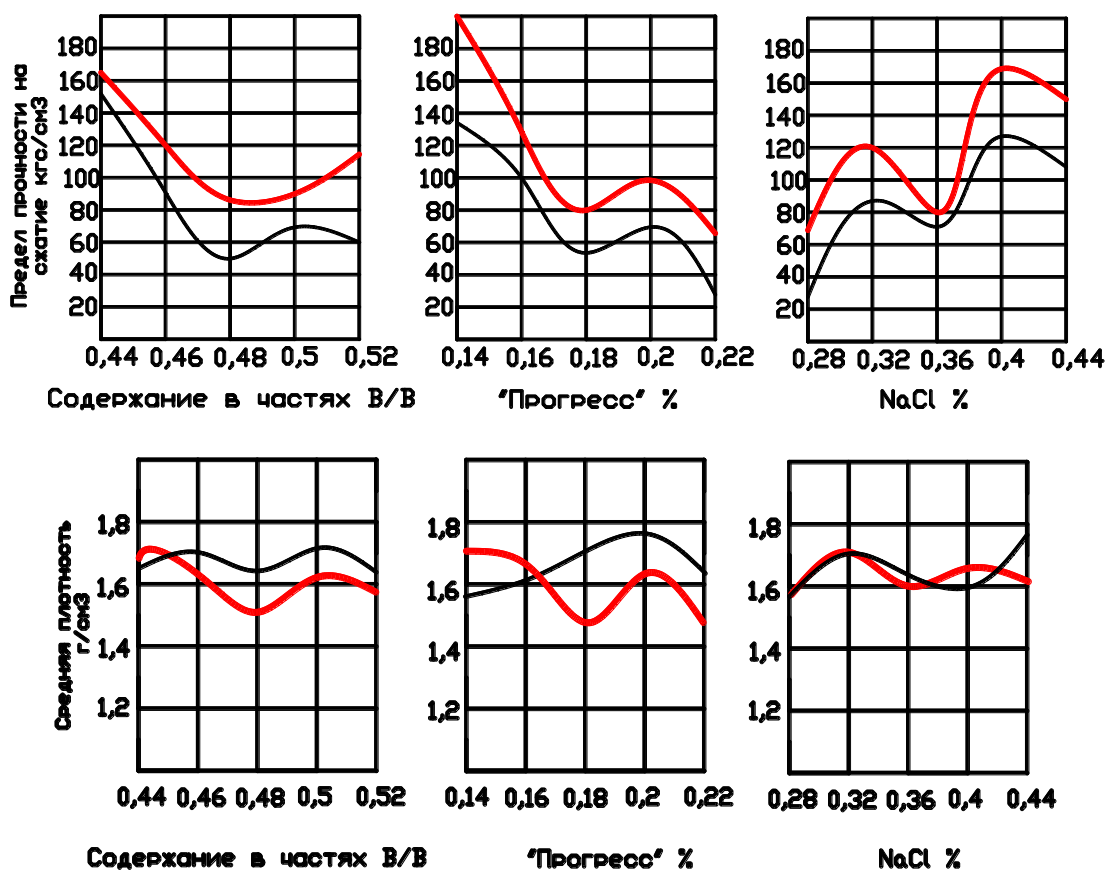
№ состав а	Характеристика бетона					
	Естественное твердение			Пропаренный		
	Средняя плотность г/см ³	Прочность кгс/см ²		Средняя плотность г/см ³	Прочность кгс/см ²	
изгиб		сжатие	изгиб		сжатие	
1	1,71	10,1	61,5	1,66	20,2	132
2	1,69	7	36,5	1,63	12,86	77
3	1,45	2,9	15,1	1,43	5,97	23
4	1,41	2,2	16,3	1,34	5,74	57
5	1,55	4,1	23,85	1,58	11,03	43
6	1,96	17	119,8	1,86	25,05	211
7	1,77	9,6	70,5	1,68	14,25	110
8	1,64	3,6	27,7	1,55	8,27	58
9	1,69	22	18,7	1,92	27,56	179
10	1,5	2,2	24,4	1,47	9,18	43
11	1,77	4,1	38,1	1,67	16,54	92
12	1,64	12	108,9	1,6	14,71	74
13	1,66	15	120,4	1,55	17,01	168
14	1,67	5,1	52,3	1,58	14,71	64
15	1,5	3,6	26,14	1,5	6,21	26
16	1,7	39	418	2,16	47,34	512
17	1,52	5,3	32,6	1,47	8,74	42

Продолжение таблицы 4

№ состав а	Характеристика бетона					
	Естественное твердение			Пропаренный		
	Средняя плотность г/см ³	Прочность кгс/см ²		Средняя плотность г/см ³	Прочность кгс/см ²	
изгиб		сжатие	изгиб		сжатие	
18	1,64	8,2	104,9	1,51	9,42	103
19	1,65	2,2	42,5	1,6	17,46	112
20	1,56	1,8	39,2	1,43	14,06	113
21	1,6	1,8	58,8	1,33	14,48	126
22	2,05	18	336,3	2,0	34,24	332
23	1,64	1,1	26,1	1,47	8,03	50
24	1,78	3,4	68,6	1,66	14,01	99
25	1,75	3,6	26,4	1,67	17,01	118

Графики зависимости откликов от шести факторов для бетонов твердеющих в естественных условиях и при ТВО





Установлено, что основным фактором, влияющим на прочность бетона, является расход золы, расход шлака и В/В отношение. Расход золы является наиболее важным фактором, т.к. уменьшение расхода золы от 80% до 0% значительно влияет на прочность бетона при сжатии от 2 до 20 МПа. С уменьшением расходов золы, прочность возрастает.

Установлено, что расход шлака и цемента также влияет на прочность бетона. Графики влияния этих факторов на прочность имеют несколько экстремальных точек, характеризующих максимальное и минимальное значение прочности.

Возрастание В/В отношения, как и следовало ожидать, снижает прочность бетона. При изменении В/В отношение- от 0,44 до 0,55 прочность снижается от 15 до 4 МПа.

Воздухововлекающая добавка, способствует увеличению пористости и снижению средней плотности. Прочность уменьшается от 140 до 2,5 МПа. Влияние добавки NaCl на прочность носит синусоидальный характер, причем, с ростом ее количества возрастает и прочность бетона от 110 до 13 МПа.

Результаты эксперимента показали, что средняя плотность бетона изменяется от 1,45 до 1,78 г/см³,

Большое влияние оказывает расход заполнителей на среднюю плотность. Изменения В/В отношения почти не оказывает влияния на среднюю плотность, колебания значений составляет 1,62...1,7 г/см³, Хлористая добавка способствует возрастанию средней плотности от 1,52 до 1,77 г/см³, что связано с уплотнением бетона. Воздухововлекающая добавка обеспечивает снижение

средней плотности с 1,78 до 1,62 г/см³.

Математическая обработка результатов испытания образцов мелкозернистого бетона после естественного твердения позволяет сделать следующие выводы:

- Результаты исследования местных отходов производства: доменного дробленого и гранулированного шлаков КМК и ЗСМК и золошлаковых материалов Томь-Усинской ГРЭС показали возможность применения их для бетона.

- Для регулирования подвижности бетонной смеси, ускорения твердения и снижения средней плотности исследованной группы добавок наиболее приемлемыми и эффективными являются: воздухововлекающая добавка «Прогресс» и хлористая добавка

- Установлено, что тепловлажностная обработка позволяет почти в 2 раза увеличить прочность мелкозернистого шлакобетона, методом оптимизации и рационального планирования эксперимента подтвержден оптимальный состав бетона. При применении мелкозернистого шлакобетона для монолитного строительства необходимо осуществление тепловой обработки бетона.

Таким образом, получаем оптимальный состав бетона: расход шлака – 60% по массе, расход золошлаковой смеси – 0%, В/В отношение 0,44, добавка «Прогресс» - 0,14%, Хлористая добавка – 0,4% от массы цемента. Прочность на сжатие оптимального состава 15МПа, средняя плотность - 1600 кг/м³, подвижность 18 - 20 см,

УДК 666.972.125

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО СОСТАВА ЛЕГКОГО КЕРАМЗИТА С ДОБАВКОЙ ПАВ

Потеряева Н.Б.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

На протяжении всего развития человечества проблема строительства всегда оставалась одной из главных. И по мере ее решения совершались все новые и новые открытия в этой области, совершенствовались уже придуманные строительные материалы. В последнее время благодаря НТП сложность в решении многих задач сводится к минимуму. К примеру, сказать, на протяжении очень долгого времени для того чтобы добиться нужных свойств строительного материала, проводилось бесчисленное множество экспериментов, составлялось большое количество пропорций исходных компонентов. Поэтому прежде чем достигался необходимый результат, могли уйти годы. К тому же затрачивалось много сырьевого материала.

Такую работу можно выполнить в десятки раз быстрее благодаря планированию эксперимента. Планирование эксперимента – раздел математической статистики, изучающий рациональную организацию

измерений, подтвержденных случайными ошибками. Рациональное планирование эксперимента позволяет существенно снизить объем экспериментальных работ при установлении множественной корреляции различных факторов друг от друга.

Целью данной статьи является анализ планирования трехфакторного эксперимента на примере определения состава керамзита с добавкой ПАВ.

Для этого необходимо выявить влияние добавки ПАВ и суглинистого сырья Байдаевского месторождения. Исходные данные (факторы варьирования и их значения) приведены в таблице 1.

В качестве ПАВ исследовались две добавки: СДБ и ВНГ. Добавка СДБ относится к группе классических. Добавка ВНГ – это новая добавка, полученная на основе отходов нефтеперерабатывающего завода города Омска. Это кислый гудрон нейтрализованной щелочью NaOH или KOH.

Таблица 1 – Факторы варьирования и их значения

Факторы варьирования	Ед. измерения	Обозначение	Значение факторов варьирования на уровнях				
			1	2	3	4	5
Содержание ПАВ (СДБ, ВНГ)	% по сухой массе	X1	0	0,5	1	1,5	2
Содержание минеральной добавки	% по сухой массе	X2	0	2	4	6	8
Температура обжига	°С	X3	1160	1180	1200		

В качестве минеральной добавки использовался железосодержащий отход – железорудные «хвосты» Абагурской обогатительной фабрики.

Для проведения полнофакторного эксперимента в лабораторных условиях понадобится произвести $5^3=125$ замесов. Работа очень долгая и трудоемкая. В работе использовалась методика, которая упрощает процесс проведения работы. Математиками разработан так называемый латинский квадрат. Латинский квадрат представляет собой квадрат, в который записаны числа таким образом, что в каждой строке и в каждом столбце встречаются все эти числа по одному разу, т.е. применена транспонированная матрица (табл. 2)

Таблица 2 – Матрица выполнения трехфакторного эксперимента

X ₁	1					2					3					4					5				
X ₂	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
X ₃																									
1	///								///				///					///				///			
2			///				///				///							///	///					///	
3		///						///					///	///						///			///		

Таким образом, определено 15 сочетаний. Отсюда видно, что вместо 125

замесов достаточно будет сделать всего 15. Вследствие объем работ значительно сокращен, а также существенно снижены затраты на исходные сырьевые материалы. Для выполнения поставленной задачи необходимо определить оптимальное количество органической (X_1), минеральной (X_2) добавки, а также оптимальную температуру (X_3) для получения легкого керамзита.

$X_{1,2,3}$ – факторы, которые меняются на пяти уровнях. Уровни меняются равномерно, с определенным шагом. Для X_1 шаг составляет 0,5%, для X_2 – 2%, для X_3 - 20°C. Откликом является средняя плотность γ (г/см³).

Таблица 3 – Матрица планирования эксперимента и результаты функций отклика

№ опыта	Факторы варьирования и их уровни						Средняя плотность при добавке, г/см ³	
	Содержание добавки				Обжиг			
	ПАВ		Минеральные		Температура		ВНГ	СДБ
	X_1	%	X_2	%	X_3	°С		
1	1	0	1	0	1	1160	1,3	0,7
2	2	0,5	5	8	1	1160	0,66	0,53
3	3	1	4	6	1	1160	0,68	0,51
4	4	1,5	3	4	1	1160	0,6	0,5
5	5	2	2	2	1	1160	0,7	0,58
6	1	0	4	6	2	1180	0,68	0,68
7	2	0,5	3	4	2	1180	0,45	0,45
8	3	1	2	2	2	1180	0,47	0,4
9	4	1,5	5	8	2	1180	0,67	0,4
10	5	2	1	0	2	1180	0,56	0,44
11	1	0	2	2	3	1200	0,55	0,55
12	2	0,5	4	6	3	1200	0,51	0,52
13	3	1	5	8	3	1200	0,58	0,5
14	4	1,5	3	0	3	1200	0,56	0,5
15	5	2	1	4	3	1200	0,62	0,4

Теперь, когда получены результаты, необходимо их обработать. Для этого необходимо построить таблицы, в которые записываются результаты экспериментов, обработанных методом статистики.

Таблица 4 – Усреднение значений по факторам X_1 , X_3

$X_1 \backslash X_3$	1		2		3		4		5		Сред.	
	ВНГ	СДБ	ВНГ	СДБ	ВНГ	СДБ	ВНГ	СДБ	ВНГ	СДБ	ВНГ	СДБ
1	1,3	0,70	0,66	0,53	0,68	0,51	0,60	0,60	0,70	0,58	0,68	0,56
2	0,68	0,68	0,45	0,46	0,47	0,40	0,87	0,87	0,56	0,44	0,56	0,48
3	0,55	0,55	0,51	0,52	0,58	0,50	0,58	0,58	0,62	0,43	0,57	0,50
Сред.	0,84	0,64	0,54	0,50	0,58	0,47	0,62	0,47	0,63	0,48		

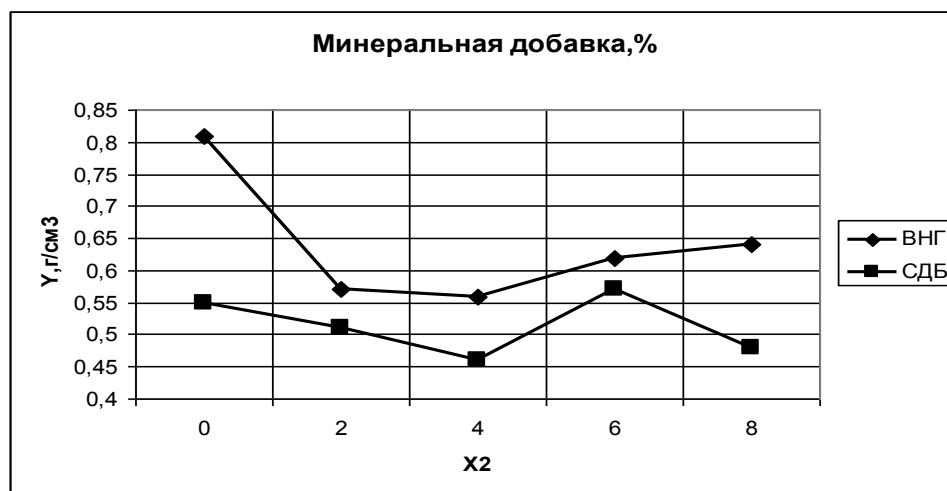
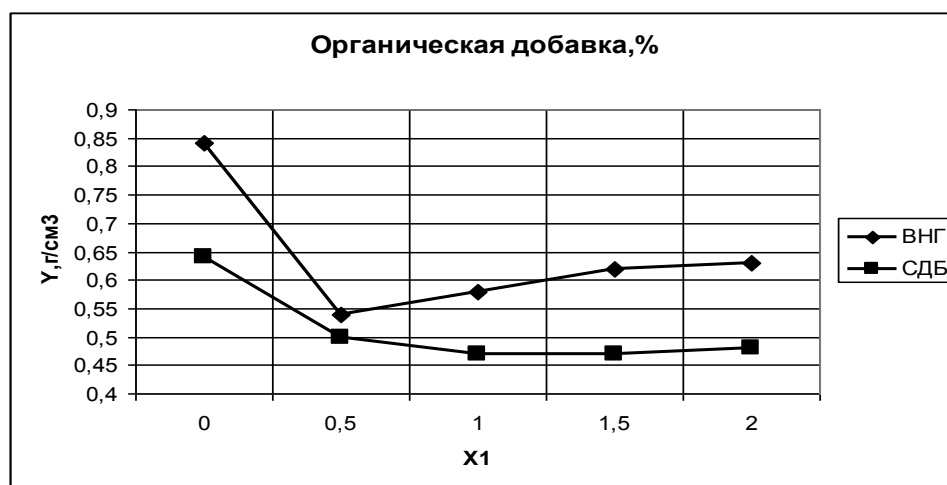
Таблица 5 – Усреднение значений по факторам X_2, X_3

$X_2 \backslash X_3$	1		2		3		4		5		Сред.	
	ВНГ	СДБ	ВНГ	СДБ	ВНГ	СДБ	ВНГ	СДБ	ВНГ	СДБ	ВНГ	СДБ
1	1,3	0,7	0,70	0,58	0,60	0,50	0,68	0,51	0,66	0,53	0,68	0,56
2	0,56	0,44	0,47	0,40	0,45	0,46	0,68	0,68	0,67	0,40	0,56	0,48
3	0,56	0,5	0,55	0,55	0,62	0,43	0,51	0,52	0,58	0,50	0,57	0,5
Сред.	0,80	0,55	0,57	0,51	0,55	0,46	0,62	0,57	0,63	0,48		

В результате эксперимента строятся графические зависимости, на которых отражаются факторы X_1, X_2, X_3 и отклик.

Поскольку необходимо получить легкий керамзит, то добавки должны иметь минимальную среднюю плотность. Для ПАВ – 0,54 (г/см³), минеральная добавка – 0,56 (г/см³), температура обжига - 1180°C.

Вывод: был проведен анализ планирования трехфакторного эксперимента на примере определения состава керамзита с добавкой ПАВ. Было проведено исследование влияние факторов X_1, X_2, X_3 назначение средней плотности, в частности было найдено оптимальное значение факторов для минимальной средней плотности. Установлено, что для получения минимальной средней плотности необходимо содержание: ПАВ – 0,54 %; содержание минеральной добавки – 0,56 %; температура обжига - 1180°C.



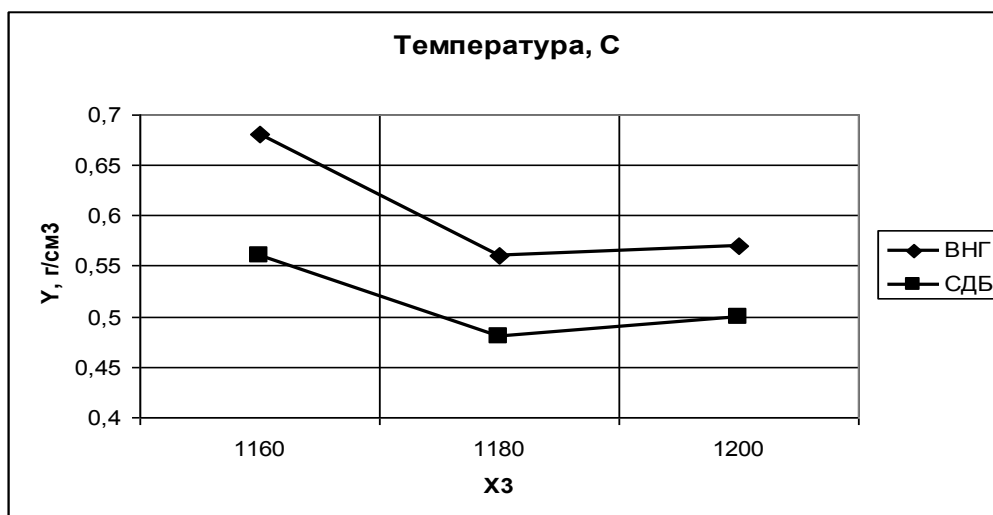


Рисунок 1 – Зависимость средней плотности керамзита от факторов:
 X_1 – органической добавки: 1 – ВНГ, 2 – СДБ; X_2 – минеральной добавки; X_3 – температуры обжига

УДК 666.972.1

ПОДБОР СОСТАВА БЕТОНА

Савинцева А.Е.

Научный руководитель: доцент Уточкина Л.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Подбор состава бетона производят с целью получения бетона с требуемыми качественными показателями, установленными в проектной документации на изделия или конструкции, при минимальном расходе цемента или другого вяжущего. Состав бетона подбирают на средний уровень прочности бетона, устанавливаемый в соответствии с фактической его однородностью по прочности на сжатие, растяжение или растяжение при изгибе.

Номинальный состав бетона определяют в следующей последовательности: устанавливают характеристики исходных материалов, производят расчет начального и дополнительных составов бетона, делают пробные замесы всех составов с корректировкой удобоукладываемости бетонной смеси; изготавливают и испытывают образцы бетона по всем требуемым показателям качества; обрабатывают полученные результаты и выбирают номинальный состав бетона, обеспечивающий получение бетонной смеси и бетона с требуемыми показателями качества при минимальном расходе вяжущего.

Начальный состав бетона рассчитывают исходя из фактических характеристик материалов по известным методикам. Дополнительные составы рассчитывают аналогично начальному при значениях варьируемых параметров

состава бетона, отличающихся от принятых при расчете начального на $\pm(15...30\%)$. После определения номинального состава, устанавливают **рабочий состав бетона** с учетом фактической влажности заполнителей, который передают в производство.

При изготовлении бетонных и железобетонных изделий и конструкций с целью повышения их надежности и безопасности проводят статистический контроль и приемку бетона по прочности с учетом фактической однородности.

Контроль может осуществляться разрушающим (по результатам испытаний образцов на прессе) или неразрушающим (ультразвуковым сквозным прозвучиванием или отрывом со скалыванием) методами. Прочность на растяжение и сжатие в проектном возрасте (для сборных конструкций) контролируется только по образцам.

Для определения однородности прочности бетона номинального рабочего состава на месте изготовления конструкций в течение месяца, так называемого анализируемого периода, производят отбор не менее 30 проб бетонной смеси (по две пробы от каждой партии бетона), из которых изготавливают соответствующее количество серий контрольных образцов по каждому виду прочности (отпускной, передаточной, в промежуточном и проектном возрасте). В состав партии включают бетон, изготавливаемый по одной технологии в течение не менее одной смены и не более недели. При неразрушающем методе контролируют 10% конструкций, но не менее 3 в партии. В качестве характеристики однородности прочности бетона используют средний коэффициент вариации по всем партиям бетона за месяц. Его вычисляют как среднеарифметическое из 15 коэффициентов вариации локальных партий бетона. Далее определяют коэффициенты требуемой прочности бетона, на основании которых вычисляют контрольные характеристики требуемой, среднего уровня, верхней предупредительной границы прочности и некоторые другие ограничительные характеристики прочности бетона.

Вычисленные характеристики однородности и прочности бетона используются для контроля производства в течение так называемого контролируемого периода, продолжительность которого также составляет один месяц. Сохраняя в этот период методику отбора и испытания проб бетонной смеси, принимают его за анализируемый и вычисляют новые значения среднего партионного коэффициента прочности и других статических характеристик прочности бетона, которые распространяют на последующий контролируемый период и т.д.

Приведенная методика подбора состава бетона распространяется на все его виды. Учитывая большой объем вычислений, все расчеты и анализ полученных данных выполняются на компьютере по специальной программе.

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА МЕТОДОМ СТЬЮДЕНТА

Кротова О.А., Копылов Р.В.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

При проведении исследовательской работы эксперимент является важнейшим средством получения новых знаний. Одним из основных этапов любого эксперимента является статистическая обработка экспериментальных данных. Она направлена, как правило, на построение математической модели исследуемого объекта или явления.

Цель данной работы – описать методику проведения статистической обработки результатов эксперимента методом Стьюдента, а также привести пример применения данной методики для расчёта конкретного эксперимента с целью исключения ложного результата.

Как известно, при выборочном наблюдении встречаются ошибки трех видов: грубые, систематические и случайные.

Грубые ошибки, отличающиеся большим отклонением от центра группирования выборки, отсеиваются на этапе первичного анализа материалов.

Систематические ошибки постоянны при определении каждого члена выборки и зависят от технического уровня измерительной аппаратуры и техники эксперимента. Эти ошибки можно свести к минимуму периодической тарировкой приборов с помощью более совершенных и повышением точности метода определения исследуемых переменных.

Случайные ошибки обусловлены влиянием большого количества факторов. Их появление неодинаково и случайно от измерения к измерению и не может быть предварительно учтено из-за их зависимости от изменения условий измерений и изменчивости самих измеряемых величин. Однако при достаточно большом количестве экспериментов суммарное значение случайных ошибок, изменяющихся примерно одинаково в положительную и отрицательную сторону, приближается к нулю.

В теории погрешностей результат измерения рассматривается как случайная величина, которая зависит от большого количества различных влияющих факторов. Надежность (достоверность) измерений в теории погрешностей определяют количественно как доверительную вероятность попадания истинного значения измеряемой величины x_0 в доверительный интервал $(x \pm \Delta x)$. Доверительную вероятность обычно задают в диапазоне 90-99%.

Погрешность измерения, которая также является случайной величиной, определяют по результатам многократных измерений, проведенных при одинаковых условиях. Задача достоверной оценки погрешности измерений при ограниченном количестве повторных измерений была решена английским математиком У. Госсетом (1908 г.), который, будучи студентом, опубликовал свои работы под псевдонимом Стьюдент.

Результатом измерения в методе Стьюдента определения погрешности измерения является среднее значение от N значений величины x , измеренных при одинаковых условиях:

$$\langle x \rangle = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad 1)$$

Как было показано Стьюдентом, при ограниченном количестве измерений абсолютная погрешность может быть рассчитана следующим образом:

$$\Delta x = t_{\alpha} \sigma_c \quad 2)$$

где σ_c — средняя квадратичная погрешность среднего, которая определяется по формуле

$$\sigma_c = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \langle x \rangle)^2}{N(N-1)}} \quad 3)$$

t_{α} — коэффициент Стьюдента, величина которого зависит от требуемого значения надежности измерения (доверительной вероятности) α и количества измерений N .

Для оценки точности измерений нередко ограничиваются определением среднеквадратичной погрешности среднего по формуле (3). Однако следует знать, что эта погрешность соответствует достаточно низкой надежности измерений, не превышающей 70%.

В технических измерениях величина надежности измерения обычно принимается равной $\alpha = 0,95$. Значения коэффициентов Стьюдента для доверительной вероятности, равной 0,95, приведены в таблице. Как видно из таблицы, при $N > 7$ коэффициент Стьюдента изменяется незначительно, поэтому для достаточно надежной оценки погрешности измерения достаточно провести 6–10 измерений.

После определения погрешности методом Стьюдента результат прямых измерений записывают в стандартном виде с указанием единиц измерения:

$$x = (\langle x \rangle \pm \Delta x) \text{ ед. изм.}, \delta = \frac{\Delta x}{\langle x \rangle} \cdot 100\%, \alpha = 0,95. \quad (4)$$

Пример. В результате испытания шести кубов близнецов получены следующие значения прочности бетона: 47,8; 50,7; 50,7; 55,1; 49,5; 48,4 МПа.

Расчёт. Сомнение вызывает результат 55,1 МПа. Исключив его из выборки, для оставшихся значений рассчитывают статистические характеристики.

$$\langle x \rangle = \frac{47,8 + 50,7 + 49,5 + 48,4}{5} = 49,4 (\text{МПа})$$

$$\sigma_c^2 = \frac{(49,4 - 47,8)^2 + (49,4 - 50,7)^2 + (49,4 - 50,7)^2 + (49,4 - 49,5)^2 + (49,4 - 48,4)^2}{5 - 1} = 17,4 (\text{МПа})^2;$$

$$\sigma_c = 4,17 (\text{МПа});$$

$$t_{\alpha} = \frac{15,1 - 49,4}{4,17} = 8,225$$

Находим табличное значение критерия по таблице на пересечении графы значения t и строки степеней свободы

$k = N - 1 = 4$. Оно составляет 2,78.

Таким образом, $t_{\alpha} > t$ ($8,225 > 2,78$) и результат 55,1 действительно является неправильным и подлежит исключению.

Эту процедуру можно продолжить, поставив под сомнение результат 47,8. Аналогичные расчёты дают:

$$\begin{aligned} \langle x \rangle &= \frac{50,7 + 50,7 + 49,5 + 48,4}{4} = 49,8 \text{ (МПа)}; \\ \sigma_c^2 &= 12,2 \text{ (МПа)}^2; \\ \sigma_c &= 3,49 \text{ (МПа)}; \\ t_{\alpha} &= \frac{47,8 - 49,8}{3,49} = |0,573| \end{aligned}$$

При $k = 3 \rightarrow t = 3,18$. Следовательно, результат 47,8 не должен исключаться из выборки.

Рассчитанные по приведённым выше выборкам средние арифметические значения являются некоторой оценкой истинных величин средних значений генеральной совокупности и могут отличаться от последних на величину Δx , называемую доверительным интервалом и определяемую по формуле

$$\Delta x = \pm \frac{t\sigma_c}{\sqrt{N}} \quad (5)$$

где t – критерий Стьюдента, назначаемый по таблицам в зависимости от числа опытов (N) и принятого уровня значимости;

σ_c – среднее квадратическое отклонение.

В таком случае истинное значение определяемой величины находится в интервале $\langle x \rangle \pm \Delta x$.

Для данного примера: $\langle x \rangle = 49,42$ и $\Delta x = 1,639$.

Записываем результат примера: прочность бетона равна $R = 49,42 \pm 1,639$ (МПа).

УДК 666.972.4

ПРИМЕНЕНИЕ САМОУПЛОТНЯЮЩИХСЯ БЕТОНОВ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ

Логвинова Е.А.

Научный руководитель: доцент Магарамова Н.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В конце 60-х – начале 70-х годов прошлого века начали применять особо

высокопрочные бетоны, модифицированные суперпластификаторами. В 1970 году такой бетон использовался для строительства нефтяных платформ в Северном море норвежскими и британскими специалистами. Опыт применения подобного материала показал преимущества введения суперпластификаторов в бетонную смесь, однако выявил ряд ограничений в работе с ним. А именно, большинство суперпластификаторов, особенно, при больших дозировках, способны замедлять схватывание бетонной смеси, а при ее транспортировании в течение 60–90 минут эффект от действия добавки снижается, вследствие уменьшения подвижности. Кроме того подача смеси по трубопроводу к месту укладки на расстояние свыше 200–250 метров способствует ее расслоению и создает неоднородность в готовом изделии. В результате продолжительность бетонирования возрастает, ухудшается качество поверхности изделий, снижается прочность.

Появление новых проектов в сфере строительства, таких, как протяженные подвесные мосты в Японии и Китае, комплексы крупных гидротехнических и транспортных сооружений в Голландии и ряд других, повысило требования к особо высокопрочным бетонам. При возведении таких конструкций необходимыми условиями являлись: использование в большом объеме литых смесей, с учетом того, что объекты бетонирования находились на большом расстоянии от бетонных заводов и на значительном удалении от побережья; сокращение времени и трудозатрат на уплотнение бетонной смеси, а также повышенный набор прочности бетоном в ранние сроки.

В результате проведенных научно-исследовательских работ, с целью предотвращения технологических дефектов связанных с уплотнением, бетонной смеси ученые Токийского университета в конце 80-х годов разработали бетон, не требующий вибрационного уплотнения. Этот бетон получил название самоуплотняющегося (СУБ, англ. SCC – self-compacting concrete).

Со середины 90-х годов самоуплотняющейся бетон стал предметом интенсивных исследований и применения в строительной практике во многих странах. В результате этого во всем мире на сегодняшний день собран большой практический опыт по этому материалу.

Самоуплотняющийся бетон представляет собой материал, способный уплотняться под действием силы тяжести, полностью заполняя опалубку даже при бетонировании густоармированных конструкций.

В 1980-е годы начали разрабатывать большепролетные подвесные железобетонные мосты. Самый протяженный мост Акаши Кайкё был открыт в апреле 1998 года в Японии. Он соединяет друг с другом острова Хонсю и Сикоку. Мост имеет три пролета: центральный, длиной 1991 метр, и две секции по 960 метров. Общая его длина составляет 3911 метров. К началу работы над этим проектом физические лимиты существующих материалов были исчерпаны. Поэтому новый ультра высокопрочный самоуплотняющийся бетон оказался востребованным и позволил увеличить нагрузку и пролет моста.

Для бетонирования только одной опалубки фундамента этого сооружения потребовалось 256000 м³ бетонной смеси, в то время как высота пилонов на побережье приближается к высоте Эйфелевой башни и достигает 283 метров.

Конструкция моста выдерживает скорость ветра до 80 метров в секунду и сейсмическую активность до 8,5 баллов по шкале Рихтера.

В конце прошлого века производство самоуплотняющихся бетонов стало значительно возрастать. В Японии при возведении стен крупного водохранилища в июне 1998 года благодаря самоуплотняющемуся бетону удалось сократить сроки строительства с 22 запланированных месяцев до 18, при этом количество рабочих уменьшилось со 150 до 50. Самоуплотняющийся бетон применялся и в Швеции при строительстве прибрежной линии с запада на восток в южной части Стокгольма. Это несколько переходов с мостами, земляными насыпями, туннелями и бетонными конструкциями, общей протяженностью 16,6 км. Причем сооружения должны выдерживать воздействие грунтовых минерализованных и морских соленых вод, а также циклические замораживания и оттаивания. Стоимость проекта составила 800 миллионов долларов.

Еще одним примером служит высокоскоростная эстакада в Мумбаи длиной 2,32 км с шириной полосы проезжей части 16,2 м. При ее строительстве впервые в Индии использовался высокопрочный самоуплотняющийся бетон с микрокремнеземом. Проектная прочность составляла 75 МПа, подвижность бетонной смеси достигала 70 см. Этот вид бетона также применяли при возведении атомной электростанции, строительстве мостов и туннелей метрополитенов в других городах страны.

Для достижения высоких эксплуатационных характеристик самоуплотняющихся бетонов предъявляются очень жесткие требования к производственным материалам. Крупность мелкого заполнителя составляет не более 0,125 мм, причем 70 % из них размером 0,063 мм. Крупный заполнитель обязательно фракционируют по размерам 10–16 мм и 16–20 мм. Также допускается применение неорганических материалов с высокой удельной поверхностью, которые увеличивают водоудерживающую способность смеси (белая сажа, молотый асбест, бентониты).

Важной составной частью самоуплотняющихся бетонов является полимер нового поколения – поликарбоксилат, появившийся в 1990-х годах. Действие пластификаторов нового типа основано на совокупности электростатического и пространственного эффекта. За счет этого продолжительность пластифицирующего действия поликарбоксилатов в 3–4 раза больше по сравнению с сульфомеланиновыми, сульфонафталиновыми формальдегидами или лигносульфонатами. Указанная способность позволяет не только повысить подвижность раствора в ранние сроки, но и сохранять ее в течение большего периода времени, что положительно сказывается на сроках транспортировки бетонных смесей с заводов к местам строительства.

Механизм действия нового суперпластификатора заключается в том, что частицы поликарбоксилатов адсорбируются на поверхности цементных зерен и сообщают им отрицательный заряд. В результате цементные зерна взаимно отталкиваются и приводят в движение цементный раствор (рисунок). Только небольшая часть цементного зерна покрыта полимером, и свободной поверхности флоккулы цемента достаточно для доступа воды и протекания реакции гидратации. Структуры полимеров различаются по длине основной

цепи, длине боковых цепей, количеству боковых цепей и ионному заряду, поэтому свойствами данных полимеров можно управлять, изменяя молекулярную структуру и направленно воздействуя на свойства бетона.

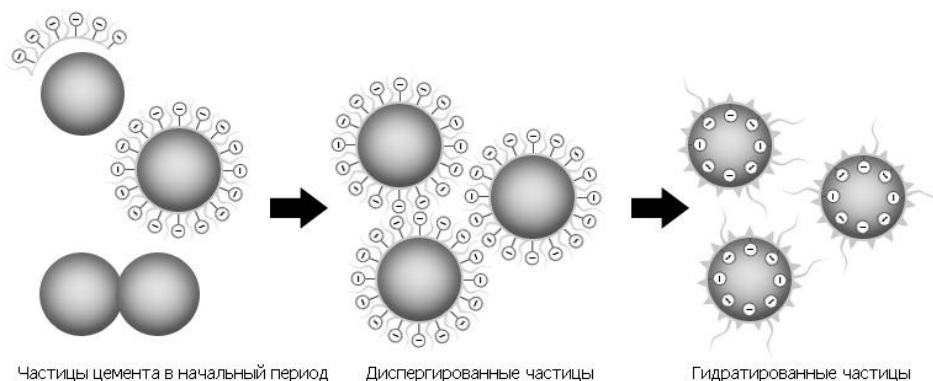


Рисунок – Механизм действия добавки поликарбоксилата

Проектировщики ставят своей задачей возможно более длительную эксплуатацию строительных сооружений. Например, расчетный срок службы моста Акаши Кайкё составляет 200 лет. Бетон фундаментов и опор пилонов подвержен воздействию не только нагрузке от самого моста и транспорта, движущегося по нему, но и агрессивных компонентов, растворенных в морской воде. Последние, особенно сульфат ионы, способствует развитию коррозии.

Повышенная плотность материала, отсутствие в его структуре крупных пор и капилляров препятствуют проникновению агрессивной среды вглубь бетона, снижая риск развития процессов коррозии.

В настоящее время самоуплотняющийся бетон рассматривается как перспективный строительный материал, объемы производства которого непрерывно увеличиваются. Перспективным является его использование для производства сборного железобетона, устройства монолитных высокопрочных бесшовных полов, торкретбетонирования, реставрации и усиления конструкций. Несмотря на то, что распространение самоуплотняющихся бетонов ограничивается дороговизной добавок поликарбоксилатов, использование этого материала позволяет отказаться от виброуплотнения, что уменьшает энергозатраты и экономит время, улучшая санитарно-гигиенические условия труда работающих.

УДК 625.7:624.13.001.86

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ЗАВИСИМОСТИ СТРОИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ГЛИНИСТЫХ ГРУНТОВ

Афиногенов А.О.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Ефименко В.Н.

*Томский государственный архитектурно-строительный университет
г. Томск*

Долговечность и эффективность эксплуатации большинства

строительных сооружений в значительной степени зависит от свойств грунтовых оснований. Для таких сооружений, как автомобильные и железные дороги, аэродромы, дамбы, грунтовые плотины, с неправильной оценкой показателей грунтов на стадии проектирования, нарушениями технологии строительства связано большинство аварий, недопустимых деформаций. Причем, зачастую ошибки в проектировании или возведении земляных сооружений практически невозможно исправить.

Для Западной Сибири характерны наиболее неблагоприятные глинистые грунты: глины, суглинки пылеватые. Эти грунты не только существенно меняют свои свойства от влажности, степени уплотнения, но и имеют ярко выраженные региональные особенности. Так, исследования проф. В.Н. Ефименко [1] выявили, что содержание пылеватых фракций в сибирских суглинках примерно в 3 раза больше, чем их количество в суглинках на территории Европейской части Юга России. Напротив, содержание глинистых фракций в суглинках на территории Западно-Сибирской низменности примерно в 2 раза меньше, чем в южных районах Западной Сибири. Сравнение значений характеристик грунтов, полученных по результатам испытаний, с рекомендуемыми в действующих нормах свидетельствуют о наличии существенных расхождений (например, по модулю упругости - до 25-30%).

В ТГАСУ выполнены исследования с целью получения региональных зависимостей свойств глинистых грунтов и оценки целесообразности уточнения их расчетных значений. Поскольку на строительные свойства глинистых грунтов оказывает влияние большое число факторов [2], использовался статистический анализ результатов испытаний грунтов из насыпей на строительных объектах.

В качестве региона для исследований была выбрана Кемеровская область, отличающаяся большим разнообразием природных условий. Для статистического анализа использовали данные испытаний последних лет, выполненные Кузбасским центром дорожных исследований в процессе независимого контроля качества работ по строительству земляных сооружений, и результаты испытаний автора в 2007-2009 гг. на крупнейших дорожных объектах, реализуемых на территории Кемеровской области (автомобильные дороги I категории «Ул. Терешковой - город-спутник Лесная поляна», «Новосибирск - Ленинск-Кузнецкий - Кемерово - Юрга», км 295-323,5, автомобильные дороги III категории «Горно-Алтайск - Турочак - Таштагол», «Чугунаш - спортивно-туристический комплекс Шерегеш»). В результате этого общее число проб, использованных для анализа, составило около 700. Обработка материалов выполнена по дорожно-климатическим районам в соответствии с районированием В.Н. Ефименко [3] - см. рис. 1.



Рисунок 1 – Дорожно-климатическое районирование Кемеровской области по В.Н. Ефименко

В результате исследований установлено существенное различие строительных свойств грунтов по отдельным климатическим районам [4]. При этом отмечена взаимозависимость отдельных характеристик, например, с увеличением естественной влажности грунтов, увеличивается и их оптимальная влажность (рис. 2). В отличие от общепринятого мнения, грунты с повышенной естественной влажностью далеко не всегда требуют просушки в весенний период, при выпадении осадков.

При помощи лабораторных исследований получены зависимости статического модуля упругости грунта от его влажности и степени уплотнения. Для испытаний использовались грунты, соответствующие среднестатистическим показателям по данному климатическому району [5]. Испытания выполнены по методике, рекомендованной СоюздорНИИ (проф. Ю.М. Васильев), с использованием теории планирования эксперимента.

Для дорожно-климатического района П.Г.2 получена следующая зависимость:

$$E_y = 8085,5K + 5,78W + 0,4725W^2 + 3928K^2 + 10,3KW - 4208,19.$$

Она существенно отличается от зависимости для района Ш.Р.3:

$$E_y = 3114K - 33,1W + 1,19W^2 - 1240K^2 - 17,2KW - 1310,87.$$

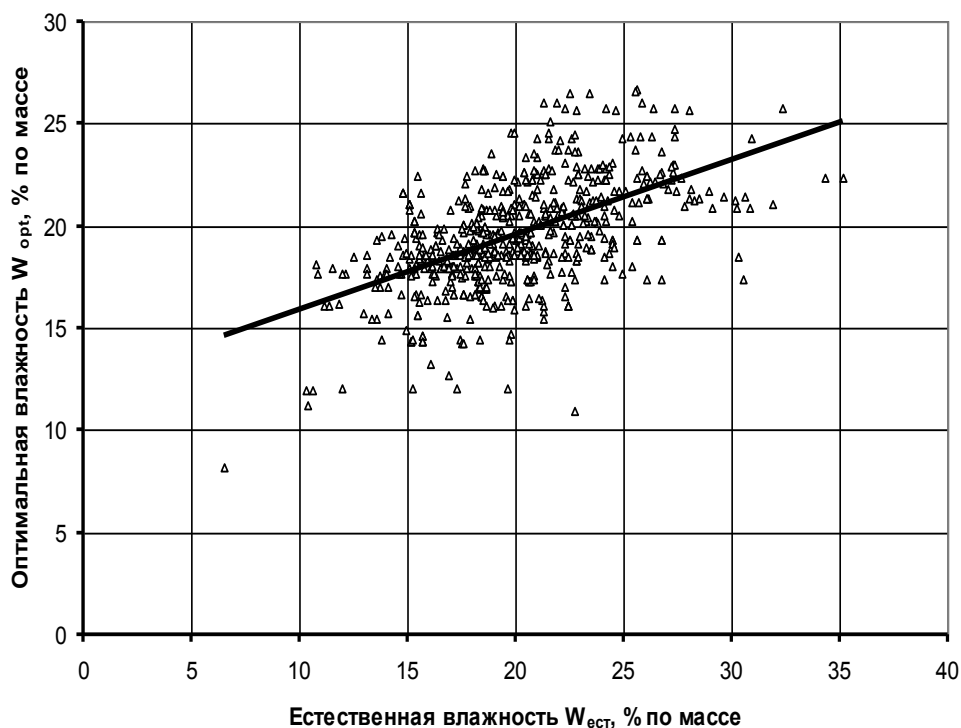


Рисунок 2 – Зависимость оптимальной влажности грунта от естественной

Рекомендуемые зависимости справедливы только в пределах варьирования параметров, использованных в эксперименте: влажность W принимали в диапазоне от 16 до 20% по массе, коэффициент уплотнения K - от 0,95 до 1,05. Несмотря на то, что они не имеют физического смысла, для практических целей вполне пригодны и статистически достоверны. Отметим значительное влияние, как влажности, так и коэффициента уплотнения грунта на его деформативные свойства. Используя приведенные зависимости, можно подсчитать значения динамического модуля упругости, определить его расчетные величины для рассматриваемого региона. Они могут также быть использованы для обоснования норм плотности грунтов земляных сооружений.

Следует отметить и довольно существенное различие значений модуля упругости грунтов по климатическим районам (рис. 3). Это указывает на целесообразность использования в практике проектирования и строительства земляных и других сооружений уточненного климатического районирования и региональных зависимостей строительных свойств глинистых грунтов.

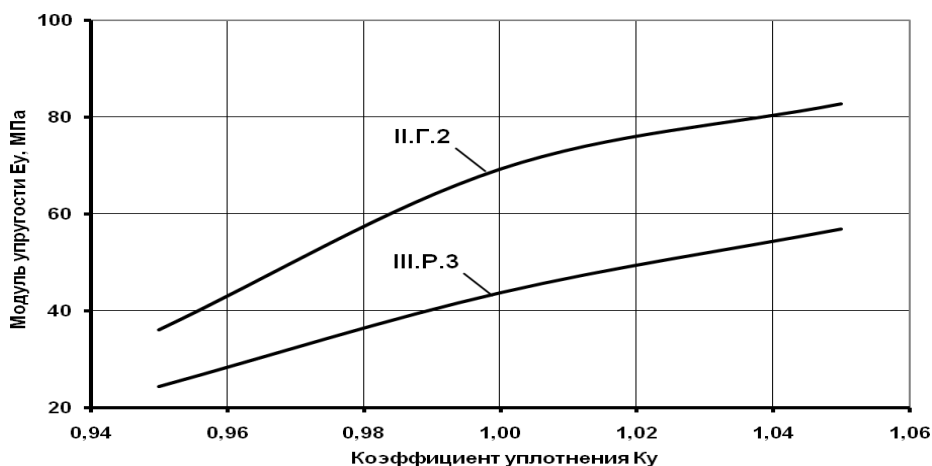


Рисунок 3 – Зависимость статического модуля упругости грунта от степени уплотнения для климатических районов II.Г.2 и III.Р.3

Библиографический список

1. Ефименко В.Н. Учет особенностей состава глинистых грунтов Западно-Сибирского региона применительно к транспортному строительству// В.Н. Ефименко, М.В. Бадина// Инновационные технологии изысканий, проектирования, строительства, содержания автомобильных дорог Томской области: Сб. матер. межрегиональной практ. конф. – Томск, 2008. – С. 17-19.
2. Трофимов В.Т. Грунтоведение / В.Т. Трофимов, В.А. Королев, Е.А. Вознесенский, Г.А. Голодковская, Ю.К. Васильчук, Р.С. Зиангиров. – М.: Изд-во МГУ, 2005. – 1024 с.
3. Ефименко В.Н. Дорожно-климатическое районирование Кемеровской области // Опыт обеспечения эффективности дорожного комплекса Кузбасса: Сб. науч. тр. – Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1997. – С. 62-66.
4. Афиногенов А.О. Анализ результатов уплотнения глинистых грунтов в насыпях автомобильных дорог// Вестник ТГАСУ. – 2009. – № 3. – С. 143-150.
5. Афиногенов А.О. Анализ технологических свойств глинистых грунтов юга Кузбасса // Вестник КузГТУ. – 2009. – № 3. – С. 121-124.

УДК 624.012.45

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ МЕТОДОМ НЕПРЕРЫВНОГО, БЕЗОПАЛУБОЧНОГО ФОРМОВАНИЯ НА ДЛИННЫХ СТЕНДАХ

Иоффе А.А.

Руководитель: к.т.н., доцент Панов С.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Железобетонные изделия, безусловно, можно назвать современным строительным материалом, они не теряют своих позиций, напротив – спрос на

железобетон лишь растет, а продажа постоянно увеличивается.

Несмотря на то, что по стране шагает монолитное строительство, железобетонные плиты перекрытия по-прежнему пользуются высоким спросом у строительных организаций и частных застройщиков. Кроме того, плиты давно зарекомендовали себя как относительно недорогой, надежный и очень распространенный материал.

Цель: запроектировать цех по производству многопустотных плит перекрытий на стендах-дорожках длиной 90 метров.

Площадка для строительства предусмотрена на территории Завода КПД, который расположен в Заводском районе, с учетом использования соответствующих инженерных сетей. На территории завода располагаются все необходимые здания и сооружения: производственный цех, столовая, административно-бытовой комплекс, КПП, автостоянка, склад заполнителей, СГП, подстанция. Генплан предприятия разработан в соответствии с требованиями СНиП.

Проектируемый объект представляет собой одноэтажное здание однопролетного типа. Длина здания 132 метра, ширина – 18 метров. В здании предусмотрен поперечный температурный шов по оси 11. Цех оборудован двумя мостовыми кранами грузоподъемностью 10 тонн.

Для производства плит перекрытий используется жесткая бетонная смесь из высококачественного мелкозернистого бетона, состоящего из портландцемента марки не ниже 400, песка $M_{кр}=2,0-2,5$ мм., щебня фракцией 3-10 мм, пластифицирующей добавки и воды, а так же арматурной стали. Состав бетона приведен в таблице 1.

Таблица 1 –Состав бетонных смесей на 1 м³ бетона

Наименование	Ед. изм.	Количество
1. Цемент М-400, М-500	кг	370-450
2. Песок кварцевый – $M_{кр} = 2,0-2,5$ мм	кг	1000
3. Щебень М-800–1000, фр. 3-10 мм (допускается до 15 мм)	кг/куб.м	1000
4. Вода	л	120-160
5. Пластифицирующая добавка типа ТЕНСЕМ-2 и др.	% от веса цемента	0,1
6. Подвижность (ОК)	см	1-25
7. Водоцементное отношение		0,35

Для приготовления бетонной смеси в проекте предусмотрен **бетоносмесительный автоматизированный узел**, в состав которого входит основное технологическое оборудование: приемный бункер для заполнителя; ленточный конвейер; питатели 3 шт.; трехбункерная установка для дозирования; установка двух силосов; бетоносмеситель со скипом; емкость для добавок.

Технологическая линия производства многопустотных плит методом непрерывного формования представлена на рисунке 1.

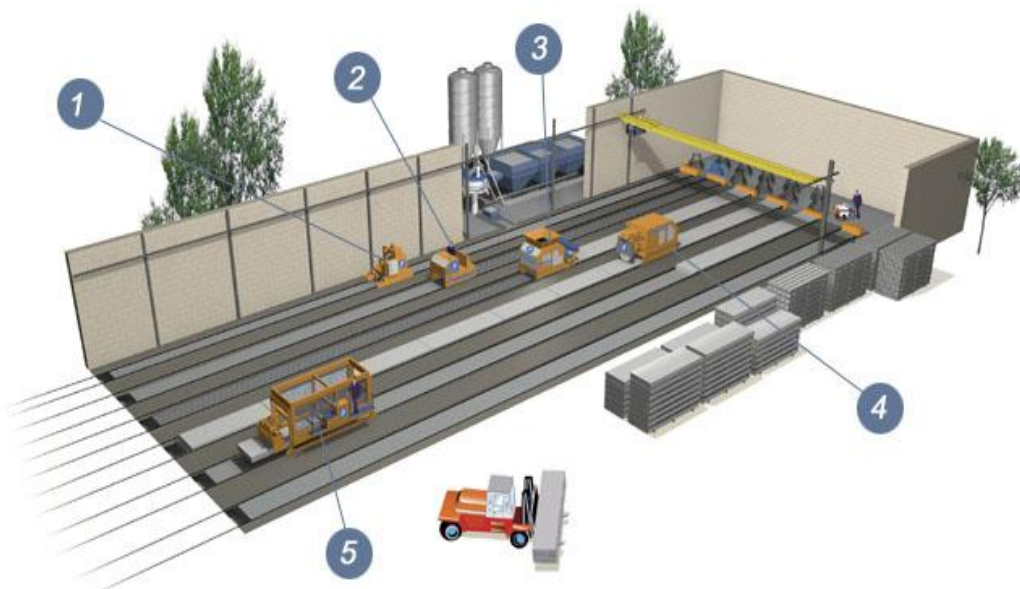


Рисунок 1 – Технологическая линия производства плит ПБ

Производственная зона для линии представляет собой бетонное поле с металлическим листовым покрытием, разделенное на 4 формовочные дорожки, ограниченные рельсами для перемещения технологического оборудования. Каждая формовочная дорожка служит поддоном для непрерывного формования плитных изделий, под полом которой размещены нагревательные элементы, для осуществления ТВО.

Технологический процесс начинается с чистки одной из формовочных дорожек с помощью машины для чистки дорожек (1). Смазка дорожки с помощью распылителя производится одновременно с чисткой.

Затем, машиной для раскладки проволоки (2), производится разматывание проволоки из бухт и ее предварительное раскладывание по всей длине дорожки, натяжение осуществляется с помощью гидравлического натяжителя пистолетного типа. Концы проволоки фиксируются в упорах цанговыми зажимами.

После натяжения арматурной проволоки начинается процесс формовки. Формовочная машина (3) устанавливается у начала дорожки. В бункер машины загружается бетон с помощью бункера подачи бетона из БСУ, включаются тяговая лебедка и вибратор и начинается процесс непрерывного формования изделия на всю длину дорожки. Далее производится мойка машины.

Дорожка со свежесформованными изделиями накрывается специальным защитным покрытием. Продолжительность тепловой обработки 20 часов.

После прогрева и достижения бетоном требуемой прочности производится резка на изделия нужной длины, выполняемая резательной машиной (4), оснащенной высокопрочным отрезным диском с алмазным напылением.

Готовые изделия пакетировщиком (5), оснащенным специальным захватом, снимаются с дорожки и вывозятся на склад готовой продукции.

Характеристика и номенклатура изготавливаемых изделий:

- высота - 220 мм;

- ширина - 1200 мм;
- длина - переменная, от 9.0 до 2.4 м с шагом 0.6 м;
- форма пустот - овальная;
- класс бетона - В 30;
- напрягаемая арматура верхней и нижней зоны – высокопрочная проволока Вр-II диаметром 5 мм ;

Расчеты экономической эффективности проекта показали следующее: для производительности 88 тыс. м² в год или 19406 м³ в год уровень рентабельности составляет 17%; срок окупаемости затрат – 5,6 лет.

УДК 666.973.6

ПРОИЗВОДСТВО ГАЗОБЕТОНА С АРМИРУЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ

Шарко Е.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Камбалина И.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время ведутся разработки новых составов ячеистого бетона, компонентами которого являются отходы местных предприятий (зола ТЭС, шлаки металлургического производства). Новые технологические решения позволяют решить экономическую, экологическую и социальные задачи.

Применение ячеистых бетонов является перспективным, так как снижается масса стеновых изделий. Снижение массы строительных конструкций позволяет увеличить их габариты, то есть повысить степень индустриализации строительного производства, а также существенно экономить основные строительные материалы: цемент, металл, древесину, кирпич и др.

Материалы для ограждающих конструкций должны обладать достаточной прочностью, морозостойкостью, высокими теплоизоляционными свойствами, высокой огнестойкостью и долговечностью, экологической безопасностью как с точки зрения безопасности людей, проживающих в домах с ограждающими конструкциями из этих материалов, так и с точки зрения безопасности материалов для окружающей среды.

Технология армирования может быть использована на практике при изготовлении изделий и конструкций из ячеистого бетона.

Доля материальных затрат в валовой продукции строительного производства составляет около 50%, и снижение их только за счет использования вторичных продуктов промышленности при изготовлении неавтоклавных ячеистых бетонов является крайне важной задачей. Особое внимание технологов к этим вопросам определяется резким увеличением роста цен на природные ресурсы и энергоносители.

Поскольку в технологии ячеистого бетона большую часть сырьевой смеси, как правило, составляет кремнеземистый компонент, то использование дисперсных кварцсодержащих вторичных промпродуктов является крайне

важной задачей. Применение таких материалов позволяет резко снизить энергозатраты на помол кремнеземистого компонента и исключить из потребления специальные природные кремнеземистые компоненты. В частности, зольная часть сырьевой композиции представляет собой сухую золу-уноса, различных модификаций.

Для изготовления изделий из безавтоклавных ячеистых бетонов в настоящее время применяются золы и шлаки, использование которых предопределяет производство материалов с пониженными прочностными показателями в сравнении с автоклавными ячеистыми бетонами на аналогичной основе. Большое значение, как для повышения транспортабельности готовых изделий, так и для повышения их трещиностойкости при эксплуатации в данном случае имеет прочность безавтоклавного ячеистого бетона на растяжение.

Увеличение прочности при растяжении безавтоклавного газобетона наряду с другими методами может быть достигнуто путем фиброармирования матрицы материала добавкой минеральной ваты, в частности, стекловаты. Как показывает зарубежный опыт, коррозионное действие щелочной среды композиций с добавкой доменного шлака и зол, в которых преобладают соединения Al_2O_3 и SiO_2 , на стекловолокно меньше, чем традиционных, в которых преобладают кальциевые соединения.

Оптимальный состав по прочности на сжатие подбирали на смесях, состоящих из газоочистой пыли известкового производства, портландцемента и золы. После изготовления изделия пропаривались при температуре $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ по режимам, рекомендованным нормативными документами для конструктивно-теплоизоляционного ячеистого бетона.

С целью повышения прочности при растяжении в состав сырьевой смеси вводилась стекловата. Введение стекловаты осуществлялось следующим образом: в работающий смеситель заливали воду, загружали стекловату и перемешивали смесь в течение определенного времени. Затем в смеситель загружали сухие компоненты и перемешивали еще не менее 1–2 мин. После введения требуемого количества водно-алюминиевой суспензии перемешивание продолжалось до равномерного распределения газообразователя в сырьевой массе.

Исследования влияния добавок стекловаты на прочностные характеристики газобетона проводили на оптимальном составе плотностью 700 кг/м^3 по прочностным показателям.

Увеличение массы добавки практически не влияло на прочностные характеристики ячеистого бетона.

При введении в состав сырьевой смеси добавки стекловолокна оптимальной длины от 15 до 40 мм было отмечено улучшение структуры бетона. Применение волокон более 40 мм не позволяло качественно перемешать смесь за счет образования несмешиваемых с остальной массой участков, состоящих из спутанных волоконных прядей, что не позволяло получать качественный газобетонный сырец и, естественно, бетон на его основе.

На приведенных рисунках 1–3 представлены микрофотографии структуры

дисперсноармированного газобетона. На рисунке 1 четко видна армированная некоррозированными волокнами межпорочная перегородка, а также ячейки макропор.

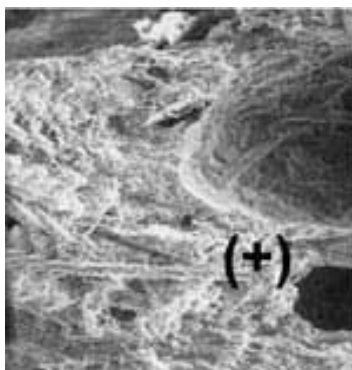


Рисунок 1 – Армированная некоррозированными волокнами межпорочная перегородка, ячейки макропор

При большем увеличении (рисунок 2) в точке, отмеченной крестом, волокна сшивают матрицу газобетона как арматура и замоноличены в основной связующий материал.



Рисунок 2 – Волокна сшивают матрицу газобетона как арматура и замоноличены в основной связующий материал

Аналогичная картина наблюдается и при большем увеличении (рисунок 3) — волокна склеены продуктами новообразований и не имеют коррозионных повреждений.



Рисунок 3 – Волокна склеены продуктами новообразований и не имеют коррозионных повреждений

Получение нового материала с увеличенной прочностью на растяжение позволит повысить не только прочностные свойства ячеистого бетона, но и положительно скажется на качестве готовых изделий и их трещиностойкости. Кроме того, внедрение этого материала позволит значительно сократить энергоёмкость производства за счет исключения расхода кремнеземного компонента и автоклавной обработки изделий.

Будет получен также значительный экологический эффект за счет утилизации зол и шлаков.

УДК: 691.327.32: 662. 613.11

ТЕХНОЛОГИЯ БЛОКОВ ИЗ ПЕНОБЕТОНА

Захаренко Е.Н.

Научный руководитель: доцент Уточкина Л.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Проблема энергосбережения в строительстве, определила интенсивное развитие направления по созданию и производству эффективных дешевых материалов с высокими теплофизическими характеристиками. Одним из наиболее перспективных материалов такого класса является экологически чистый, негорючий ячеистый бетон. Проведенный литературный и патентный обзор показал, что использование ячеистого пенобетона наиболее выгодно, так как он относится к экономичному стеновому материалу, для изготовления которого используются менее энергоёмкие процессы, что способствует повышению эффективности производства и снижению себестоимости продукции.

Целью работы является разработка линии по производству стеновых блоков из пенобетона с применением золы-унос ЗСМК ТЭС. Предусматривается производство блоков (200×300×600) мм, соответствующие требованиям ГОСТ 21529-89.

В качестве сырьевых компонентов для производства стеновых блоков из пенобетона предложено применить: топкинский портландцемент марки 500 Д0; золу-унос ТЭС ЗСМК (таблица 1). В качестве пенообразователя – ПБ-2000 (ТУ 18995.1).

Кузнецкие золы образующие на электростанции относят к <<кислым>> материалам ($M_{осн} = 0,11$; $K_{осн} = 1,2$) имеют повышенное количество активной стекловидной фазы. Для получения зольного пенобетона применено смешанное цементно-зольное вяжущее.

Таблица 1 – Химический состав материалов для пенобетона

Наименование материала	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	MnO	SO ₃
Топкинский ПЦ	65,07	21,68	5,61	4,32	1,49	0,4	0,17
Зола ТЭС ЗСМК	6,04	58,72	25,48	5,62	1,88	2,19	0,62

Состав пенобетона с расчетной средней плотности 600 кг/м^3 определялся в соответствии с << Инструкцией по технологии изготовления изделий из ячеистого бетона>>. Результаты расчета оптимального состава приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Состав пенобетона

Материалы	Расход на 1 м^3	
	% по массе	кг
Цемент	39,8	255
Зола	55,2	319
Пенообразователь	0,03	1,03
Вода		344

Цемент и золы хранятся в силосах, доставка материалов осуществляется автоцементовозами. Загрузка цемента в силос осуществляется по цементопроводу. Из силосов цемент и зола винтовыми конвейерами подаются в расходные бункера. Подготовка вяжущего и кремнеземистого компонента заключается в совместной механохимической обработки в стержневом смесителе–активаторе СК20А. Пенообразующую жидкость готовят перед началом смены, для этого в смеситель пенообразователя подается вода и концентрат пенообразователя. Раствор в смесителе, поддерживается в автоматическом режиме и постоянно перемешивается. Готовый раствор подается из смесителя пенообразователя, снабженного гидронасосом в работающий пенобетоносмеситель через пеногенератор. После достижения требуемого объема раствора пены в пенобетоносмесителе, производится загрузка цемента и золы из расходного бункера ленточным питателем. Разливка пенобетонной смеси производится посредством разливного рукава в формы под действием избыточного давления, создаваемого компрессором. Залитые формы выдерживаются в течение 4-5 часов в термокамере. После набора распалубочной прочности борта снимаются с поддона и захватом, установленном на тельфере, переносят на тележку возврата опалубки, которая перемещается по рельсам. Поддон с массивом после съема проталкивается на резательный комплекс. После обрезки массива остаются отходы, которые подаются в мешалку переработки отходов, а затем в щлабассейн. После разрезки массива поддон проталкивается на электропередаточную тележку. Тележка работает в автоматическом режиме и обеспечивает передачу поддона с массивом в одну из трех камер термообработки. Камеры закрыты с двух сторон подъемными дверями, что обеспечивает поддержание в них требуемого режима тепловой обработки.

После тепловой обработки изделия захватом устанавливаются на транспортный поддон и обвязываются упаковочной лентой с помощью ручной упаковочной машинки. Далее изделия направляются на склад готовой продукции.

Тротуарная плитка изготавливается в виде фигурных элементов различной конфигурации с различными габаритными размерами. В таблице 5 представлены физико-механические свойства и характеристики изделий.

Таблица 5 – Физико-механические свойства и характеристики изделий

Физико-механические характеристики	Тротуарная плитка
Средняя плотность, кг/м ³	2200-2500
Класс (марка) по прочности на сжатие, МПа (кг/см ²)	B30 (M400)
Класс (марка) по прочности на изгиб, МПа (кг/см ²)	B4,4 (M50)
Водопоглощение, мас. %, не более	6
Марка по морозостойкости	F400
Истираемость (г/см), не более	6,0

Разработана схема технологического процесса по изготовлению тротуарной плитки методом вибропрессования (рисунок 1).

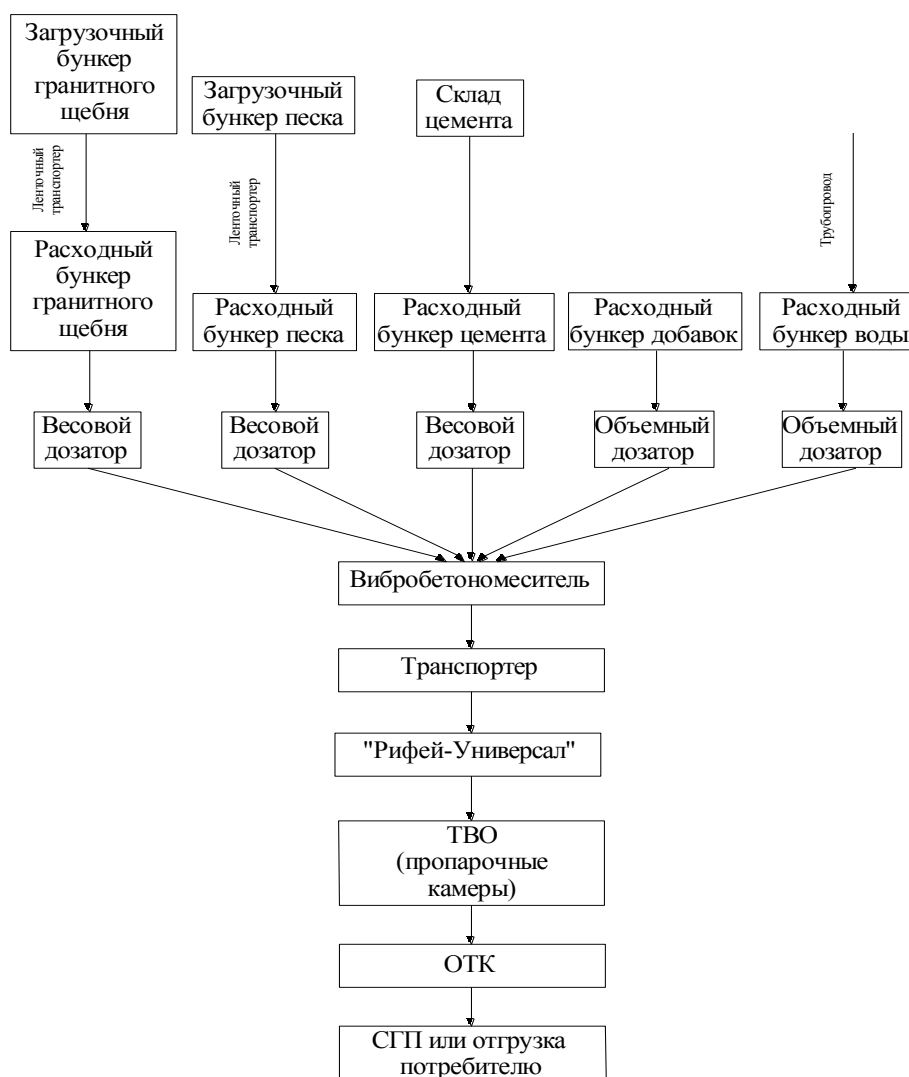


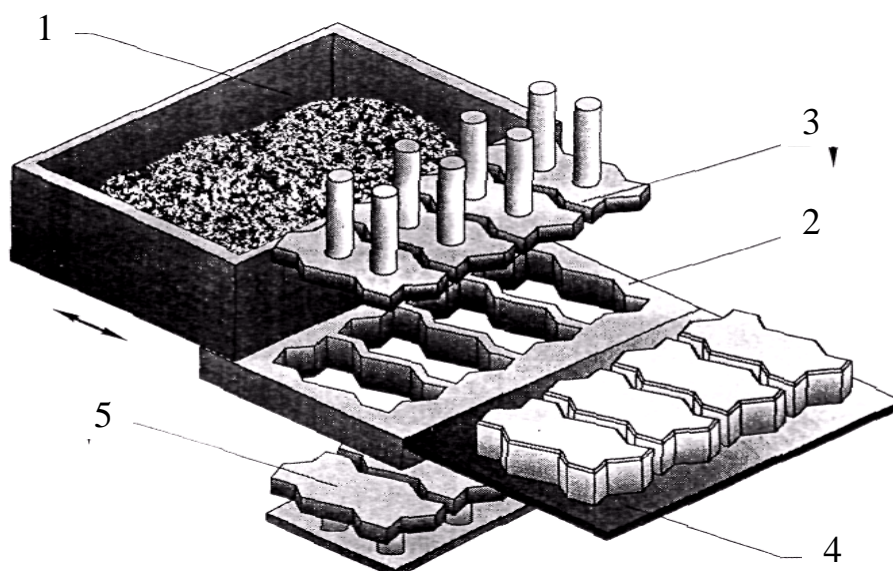
Рисунок 1 – Схема технологического процесса по изготовлению тротуарной плитки методом вибропрессования

Гранитный щебень и песок доставляются в цех в приемный бункер автотранспортом из которого посредством ковшового элеватора и ленточного транспортёра загружается в расходные бункера. Вяжущее доставляется в цех цементовозами и загружается в силос из которого механическим шнеком производится загрузка в расходный бункер. Вода подается по трубопроводу через дозатор в вибросмеситель.

Из приемных бункеров каждый материал проходит дозирование на весовых дозаторах и поступает в вибросмеситель, где все компоненты тщательно перемешиваются до однородной массы.

После перемешивания полусухая масса выгружается на транспортер, который подает бетонную смесь в расходный бункер формовочной установки «Рифей - Универсал».

Формование осуществляется на формовочном комплексе «Рифей-Универсал» в несколько операций, проводимых со стационарного пульта установки. На рисунке 2 представлена схема формования фигурных элементов.



1- мерное устройство; 2 - пресс-форма; 3 - пуансон; 4 – поддон;
5 - выпрессовочная плита

Рисунок 2 – Схема формования фигурных элементов

С помощью мерного устройства 1 приготовленная смесь помещается в пресс-форму 2, после чего происходит ее уплотнение, которое достигается прессованием при одновременной вибрации, в результате чего смесь способна сохранять геометрическую форму, приданную ей формообразующей оснасткой, до момента затвердевания. Одновременно формируется до четырех изделий.

Изделия находятся на металлическом поддоне 4, который передвигается при помощи цепного конвейера на один шаг, соответствующий ритму формования, а на его место устанавливается следующий поддон. Поддон с отформованными изделиями, при помощи цепного конвейера, устанавливается на пятиполочную рамку, которая, при заполнении поднимается на один шаг.

После заполнения рамки поддонами с отформованными изделиями, ее

транспортируют в пропарочную камеру для тепловлажностной обработки. Отформованные изделия выдерживаются в течение 1... 4 часов, а затем подвергаются тепловой обработке течение 8... 12 часов. После выдержки рамки с изделиями доставляют на пост распалубки, где изделия с металлических поддонов снимаются вручную и укладываются на поддоны деревянные в штабель по 72 штуке. Металлические листы чистят и смазывают, после чего при помощи кран - балки переносятся на пост формования.

Вывоз готовой продукции с площадей цеха осуществляется погрузкой поддонов на автотранспорт с помощью кран-балки.

Библиографический список

1. Баженов Ю.М. Технология бетона: Учеб. пособие для технол. спец. строит. вузов. 2-е изд. / Ю.М. Баженов. М.: Высшая школа, 1987. – 415 с.
2. Касторных Л.И. Добавки в бетоны и строительные растворы / Л.И. Касторных. М.: 2007. – 225 с.
3. Производство бетонных изделий методом вибропрессования [Электронный ресурс]: Новокузнецк, 2010. – Режим доступа <http://www.vibropress.ru/artikle 2.html>
4. Вибропрессовое оборудование «Рифей-Универсал» [Электронный ресурс]: Новокузнецк, 2010. – Режим доступа http://www.fromwlatoust.ru/catalog/st_risun.htm

УДК: 692.232.44

ДОСТОИНСТВО СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ «СЭНДВИЧ»

Андреев А.В.

Научный руководитель к.т.н., профессор Панова В.Ф.

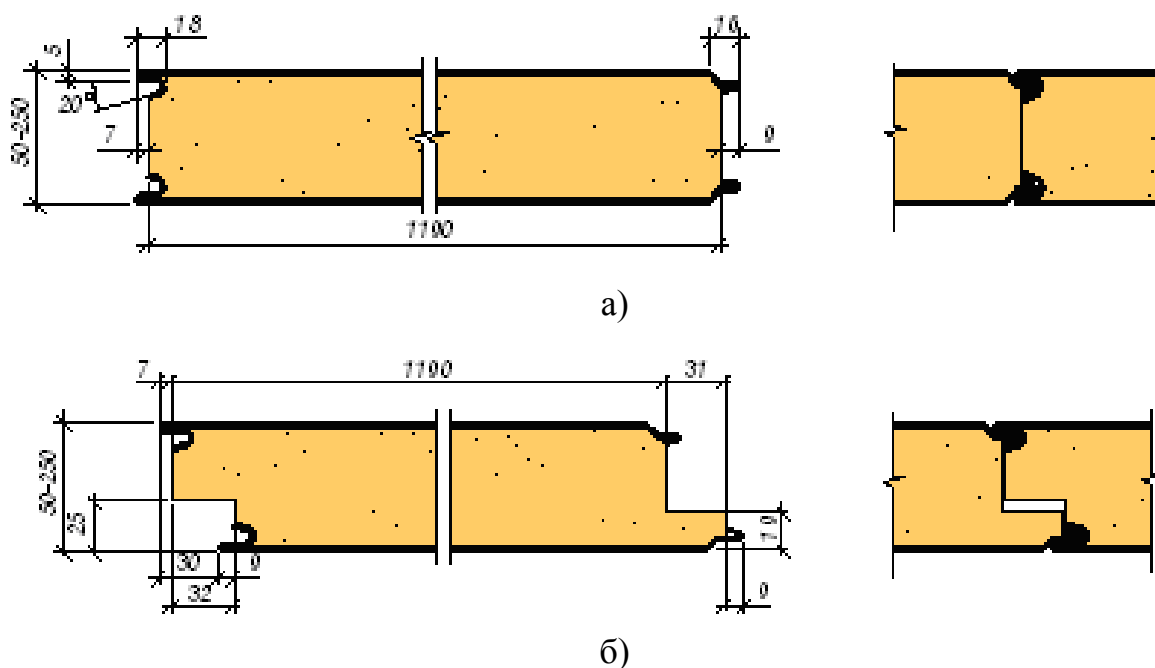
*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Известно что, теплозащита г. Новокузнецка позволяет не только обеспечить тепловой комфорт в помещении, снизить потребление топлива и затраты на отопление, но и создать благоприятную экологическую обстановку в помещении. В связи с этим в России в начале девяностых годов появились сэндвич-панели которые производили иностранные фирмы, в изделиях в качестве утеплителя использовались минераловатные плиты. Достоинствами этих панелей является долговечность, небольшая масса, прочность, огнестойкость, влагостойкость, высокая звукоизоляция, экологичность, высокая технологичность и простота монтажа, невысокая стоимость, эстетичность. Панели могут быть использованы для строительства производственных зданий и сооружений различного назначения, жилых и общественных зданий, сельскохозяйственных зданий и сооружений. Сэндвич панели представляют собой трехслойную конструкцию с обшивками из стального оцинкованного и окрашенного листа и средним утепляющим слоем из минераловатных плит.

На сегодня утеплитель для сэндвич плит применяется зарубежных и

отечественных фирм (таблица 1). Проанализировав свойства утеплителя различного производства предложено применить из негорючей гидрофобизированной минераловатной плиты «SANDWICH BATTS» производства Польши. Эти плиты имеют низкий коэффициент теплопроводности и при этом небольшую стоимость.

В г. Новокузнецке работает завод «Изолит», он выпускает идентичные минераловатные изделия. Однако по конструктивным свойствам они не могут использоваться для получения эффективных ламелей. Ламели - это отдельные части (длина -1000/1200 мм, ширина 50/60/80/100/120/150/200/250 мм, толщина 100/120 мм) минераловатной плиты в виде блоков и повернутые на 90°. Из отдельных ламелей, соединяется теплоизоляционный слой панели «Сэндвич».



- а) Сэндвич - панели с замком типа «Z-Lock»;
- б) Сэндвич - панели с замком типа «Secret Fix»

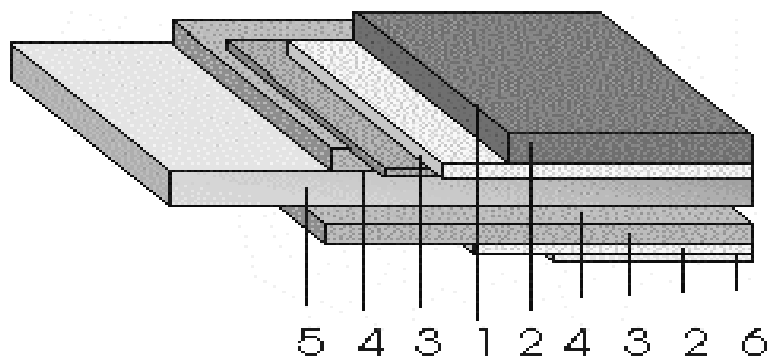
Рисунок 1 – Сэндвич – панели с различными типами замковых соединений

Для облицовки панелей предложен оцинкованный тонкий стальной лист с диапазоном толщины от 0,5 до 0,7 мм производства Новолипецкого металлургического комбината, т.к. он имеет сравнительно не высокую цену и хорошее качество. Лист имеет многослойное полимерное покрытие, которое обеспечивает декоративность и долговечность изделия (рис. 2).

Существуют следующие способы производства панелей: автоматические линии (поточный тип), ручная сборка, вспенивание наполнителя между двух листов облицовки (только с пенополиуретановым наполнителем). В зависимости от вида утеплителя различают и способы производства плит – Сэндвич. При применении пеноуританового наполнителя, его закладывают между листами облицовки, а затем вспенивают за счет тепловой обработки. При применении минераловатных плит в качестве утеплителя наиболее эффективной является автоматическая линия производства панелей.

Таблица 1 – Свойства минераловатных утеплителей

Показатель	Ед. изм.	«SANDWICH BATTTS», Польша	Завод «Изолит», г. Новокузнецк
Плотность	кг/м ³	110	125
Расчетный коэффициент теплопроводности (λ)	Вт/м ² °С	0,044	0,041
Содержание органических веществ, не более	% веса	4,5	0,8



1-полимерное покрытие; 2-грунтовка; 3-антикоррозийное покрытие;
4-цинковое покрытие; 5-стальной лист 0,5-0,7мм; 6-защитный лак.

Рисунок 2 – Структурная схема листовой стали с полимерным покрытием для облицовки плит Сэндвич

Технология изготовления панелей с утеплителем из минераловатной плиты. Минеральная вата со склада поступает на машину для резки минераловатных плит на ламели (блоки). Это необходимо для того чтобы получить в панелях плиту с поперечной ориентацией волокон. Это обеспечивает повышенную прочность и высокие теплозащитные свойства. После резки ламели автопогрузчиком транспортируются к модулю, где автоматом- укладчиком укладываются на специальную полку. Далее происходит нанесение двухкомпонентного клея. Клей наносится на оцинкованный лист специальными возвратно-поступательными движущимися миксерными ножами. Две полосы металла поступают с разматывающих барабанов и прижимаются к ламелям. Далее конструкция поступает на стан, где происходит прессование и резка на изделия по размерам заказчика. Панели снимаются траверсами с вакуумными захватами. Затем готовые панели упаковываются соответствии с монтажной схемой и отправляются на склад готовой продукции.

Панель с минераловатным утеплителем толщиной 80 мм равнозначна по теплотехническим характеристикам пробковой плите толщиной 140 мм, древесине толщиной 400 мм и стене из ячеистого бетона толщиной 760 мм. Эффективность экономического использования панели обуславливается низкой стоимостью по сравнению с другими строительными материалами.

Себестоимость единицы продукции 700 руб/м², Стоимость плиты

(3600*1190*80) составляет около 4000 руб., срок окупаемости линии по производству Сэндвич - панели П = 1,3 млн. м² в год составляет 3,1 год, при уровне рентабельности - 28 %, фондоотдача 1,8 руб/руб.

Практическое применение в Новокузнецке панелей Сэндвич: магазин «Практик», обогатительная фабрика «Антоновская», Гипермаркет «Алпи», а также пивоваренный завод «Пикра», г. Красноярск показало эффективность их использования.

УДК 692.535.13

СОВРЕМЕННОЕ НАПОЛЬНОЕ ПОКРЫТИЕ – ПАРКЕТ

Площадная М.С.

Научный руководитель: Пронин С.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В современном Новокузнецке все чаще люди обращаются к природным материалам, таковой является и паркетная доска (3000x200x22мм), впервые появившаяся в 40-е годы. Как правило, она состоит из трех слоев. Первый (0,5 - 6 мм), или лицевой, – тонкий срез твердых пород древесины, которые используются для производства штучного паркета (дуб, клен, вишня и даже экзотические виды). Особое внимание уделяется цвету, однородности дерева, рисунку. Средний слой составляют склеенные бруски из смолистых хвойных пород. И последний слой – еловая или сосновая фанера (2 мм). При этом для повышения устойчивости к переменам температур и влажности слои укладывают так, чтобы волокна каждого слоя лежали поперек волокон соседнего.

Основным достоинством паркетной доски является его экологичность. За счет использования древесины снижается природный радиационный фон от железобетонных плит. Длительный срок службы, стабильная структура, естественная красота – именно такими достоинствами должно обладать современное напольное покрытие.

Однако, проблемным является уход за паркетной доской. Нужно выдерживать необходимую влажность, избегать перепадов температур. Кроме того, неправильно уложенные доски значительно сокращают срок службы. Восстановление, замена – все это требует существенных затрат. Традиционные способы укладки пола в настоящее время не способны решить многие проблемы при эксплуатации пологового покрытия. Существуют следующие методы: приклеивание к основанию, «плавающий» пол, укладка по лагам, на которые предварительно укладываются два слоя фанеры. Второй способ наиболее широко используется, для него требуется специальная подложка, при этом пол легко разбирается.

Укладка паркета на бетонном основании. Подготовка основания должна быть тщательно продумана. Одним из методов является бетонная подготовка. Сначала делается бетонная стяжка, позволяющая нивелировать

большие перепады (до 7 см). Затем используется специальная выравнивающая смесь (например, ветонит), после чего укладывается фанера. Такой способ дорогостоящий. Кроме того, недосушенное основание может привести в дальнейшем к разрушению паркетной доски и нужно ждать около месяца, пока бетонная стяжка затвердеет.

Укладка по лагам. Другой способ реализуется в виде конструкции регулируемых лаг, которые крепятся на болты-стойки, ввинченные в бруски. Вращая болты-стойки регулировочным ключом, лаги поднимаются и опускаются, выравнивая пол.

Паркет на металлическом каркасе. Для устройства такого пола в начале создается металлический каркас, на который укладываются доски, а затем сам паркетный настил. С помощью металлического каркаса можно поднять высоту пола на необходимую величину в зависимости от высоты потолка и дизайнерского решения помещения. На каркас укрепляются толстые листы фанеры или доски. Последний вариант будет наилучшим. Можно использовать термодревесину, которая выдерживает перепады температур и влажности. Ее в основном используют для отделки пола на открытом воздухе. В результате полученная конструкция будет полая, так как не будет соприкасаться с бетонной стяжкой. Это обеспечит проветривание, что значительно увеличит срок службы паркетной доски, а попавшая внутрь влага будет испаряться, это предотвратит гниение. На изначальную бетонную стяжку можно уложить звуко- и теплоизоляционный материал, а по периметру комнаты сделать гидроизоляцию во избежание проникновения влаги к соседям в случае потопов. Между досками, укладываемыми на металлический каркас, также можно проложить какой-либо легкий материал (теплоизоляцию и др.), что в последующем может предотвратить скрип при расширении этого материала. При всем вышеуказанном, данная конструкция снижает нагрузку на перекрытия здания, что идет на пользу постройке.

Далее на деревянное основание идет укладка самого паркета. Однако под него следует уложить пароизоляционный слой. Для этого лучше подходит полимерный материал, способный «дышать» и пропускать влагу. Он будет служить для более мягкого соприкосновения паркета с основанием, что может предотвратить «поскрипывания» пола. При смене погодных условий влажность и температура меняются, а это приводит к расширению древесных волокон; полимер не будет противодействовать этому.

В стыках паркетной доски могут возникнуть щели, пропускающие влагу. Как уже было сказано выше, это проблема решается за счет полой конструкции основания, проветриваемой и свободно испаряющей влагу. Но при укладке досок разумно будет пропитывать стыки воском, так как они выступают наиболее проблемной областью при эксплуатации. Или же попробовать проклеивать стыки, в результате доски будут более жестко скреплены между собой, это уменьшит возможность появления щелей с последующим пропусканием влаги.

Выбор паркетной доски разнообразен за счет современных способов обработки, например: отпаривание – делает природный цвет дерева более насыщенным; отбеливание – придает древесине холодный тон; эффект

состаренной поверхности; обработка пола для получения ребристой поверхности. Каждый из способов повышает прочность паркетной доски.

Способы по уходу и восстановлению паркета. Паркетную доску покрывают в заводских условиях лаком. Но все чаще стали применять пропитку маслом или воском, что придает дереву насыщенный цвет и четкий рисунок волокну. Пропитка маслом сохраняет красоту паркетной доски: защищает от гниения, предотвращает появление грибка. Пропитка полового покрытия воском – это более разумное решение: воск защищает паркетную доску от влаги. Кроме того, это избавит от периодических процедур шлифовки полового покрытия.

В течение первых пяти лет после укладки паркета не должно возникнуть никаких сложностей. Однако далее начинаются проблемы с внешним видом изделия. Из-за небрежного отношения и неправильного ухода могут возникнуть вмятины, царапины, трещины. Сам пол со временем вышаркивается, теряет свой цвет, прежнюю насыщенность. Такую проблему решают с помощью шлифовки и покрытием пола различными лаками, маслами и воском.

Механические повреждения и разрыхленные волокна вышеуказанные способы не способны убрать. Приходится удалять некоторый слой дерева. Поэтому нужно для более долгой службы и для увеличения прочности производить паркетную доску с утолщенным лицевым слоем. Слишком поврежденные доски лучше заменить, но можно попробовать создать эффект состаренной поверхности, широко применяемый в дизайнерском искусстве. Этот метод приходится по вкусу не всем, и поврежденная структура дерева может в будущем лишь ухудшить положение. Поэтому старые половицы лучше убрать. Подбирая паркетную доску другого оттенка или другой породы древесины, можно создавать различный рисунок.

Архитектурные композиции паркета с другими материалами. Реально и удобно соединять паркетную доску с пробковой плиткой. При этом будет обеспечиваться хорошая звукоизоляция, теплоизоляция, высокая прочность. Кроме того, пробковый материал по себестоимости дешевле паркета. Между плитками в стыках осуществляется «замковое» соединение, такое же, как и у паркетной доски. Пробка, как и паркет может обрабатываться маслами, воском и лаками.

Паркетную доску также можно соединять со стеклоблоками. Это будет выглядеть очень интересно, если в них поместить какие-либо декоративные вставки, создающие рисунок. Стеклопанель никак не будет воздействовать на структуру древесного волокна.

Итак, паркетная доска – это современное решение с различных точек зрения (эстетических, экологических). Новые методы укладки и производства доски помогут создать и сохранить желаемый интерьер помещения. Существуют разные методы укладки паркета. Создание основания на металлическом каркасе выйдет значительно дешевле других, так как не требует использования дорогих материалов и увеличивает срок службы изделия. Периодическая обработка поверхности полового покрытия поможет избежать гниения и разрушения волокна.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СТРОИТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ В СИСТЕМЕ «ПАРАД-М»

Емельяненко В.А., Емельяненко А.А., Бородин А.В.

Научный руководитель: д-р.т.н., профессор Катаев М.Ю.

Томский Университет Систем Управления и Радиоэлектроники

г. Томск

«Экопан-Кузбасс»

г. Новокузнецк

«Экопан-Сибирь»

г. Новосибирск

Существует такое утверждение, что опыт – это наилучший учитель. Для экономики, к сожалению, особенно в современных условиях, получение опыта часто весьма затратно (по деньгам или по времени). Применение имитационного моделирования – позволяет быстро и экономно приобретать знания, которые обычно можно получить только из опыта или эксперимента.

Основная идея имитации – создать некоторую численную модель (имитатор), которая в основных чертах повторяет (имитирует) поведение интересующей нас системы.

Следовательно, цель имитационного моделирования в экономике – создать модель экономической системы (предприятие, процесс), позволяющая путем численного эксперимента получить нужную информацию о системе [1].

В данной статье рассматривается моделирование бизнес-процессов строительной организаций. Суть процессного подхода.

В основополагающих принципах менеджмента качества, провозглашенных в международных стандартах ИСО серии 9000:2000 декларируется: «желаемый результат достигается более эффективно, если деятельностью и связанными с ней ресурсами управлять как процессами. Чтобы функционировать эффективно, организации должны выявлять многочисленные взаимосвязанные и взаимодействующие процессы и управлять ими. Часто выход одного процесса непосредственно формирует вход для следующего процесса». Структура бизнес-процесса приведена на рисунке 1:

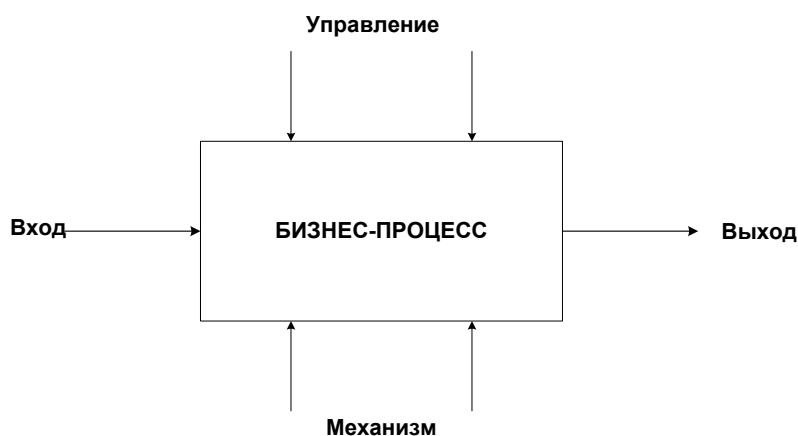


Рисунок 1 – Структура бизнес-процесса

Процессный подход заключается в выделении в организации сети процессов и управления этими процессами для достижения максимальной эффективности деятельности организации [2].

Методы имитационного моделирования позволяют имитировать выполнение бизнес-процессов предприятия так, как оно происходило бы в действительности. В результате, можно оценить время и стоимость выполнения как одного процесса, так и заданного их множества и среднюю частоту повторений подпроцессов в рамках процесса.

Анализ деятельности компании с помощью методики имитационного моделирования осуществляется в 3 этапа:

1. разрабатывается модель бизнес-процессов предприятия;
2. нормируются время выполнения каждого бизнес-процесса и его стоимость;
3. проводится имитация всей модели бизнес-процессов либо одного исследуемого процесса.

Авторами статьи разрабатывается программная система «Парад-М», в основу которой положена теория процессного подхода в управлении.

Первый этап внедрения процессного подхода на предприятие заключается в описании всего процесса производства на языке бизнес-процессов, что подразумевает не только разбиение всего технологического цикла на отдельные процессы, но и выявление ответственных лиц за каждый из процессов, описание информационных и материальных связей между процессами, оптимизация процессов и организация эффективных механизмов для контроля за качеством выполнения процессов. Описание и оптимизация бизнес-процессов должна проводиться с использованием средств моделирования процессов и структурного анализа, которые помогут выявить избыточность и дублирование функций штатными подразделениями, информационные коллизии, неопределённости и другие признаки неоптимальных процессов. Ключевым в создании модели бизнес-процесса является понятие методологии или нотации. Именно с помощью неё объекты реального мира и связи между ними представляются в виде модели, а для каждого объекта и связей характерны ряд параметров, или атрибутов, отражающих определённые характеристики реального объекта (номер объекта, название, описание, длительность выполнения (для функций), стоимость и др.).

Для описания бизнес-процессов в системе «Парад-М» используется стандарт IDEF0. Данная модель является одной из самых используемых на практике моделей и применяется при организации бизнес-проектов и проектов, основанных на моделировании всех процессов как административных, так и организационных. Кроме того, эта модель не требует от разработчика специальных знаний программирования.

Процесс описания бизнес-процессов предприятия осуществляется средствами специального модуля системы «Парад-М», который так и называется – модуль описания бизнес-процессов. Пользователь, знакомый с нотацией IDEF0, сможет освоить процесс описания бизнес-процессов без дополнительного обучения. Пользователю необходимо представить весь технологический цикл (ТЦ) как набор взаимосвязанных блоков – процессов, у

каждого из которых, имеется вход, выход, набор ресурсов и управления. Каждый блок и взаимосвязи имеют набор параметров, которые задаются пользователем и отражают сущность процесса.

После того как пользователь описал всю производственную цепочку предприятия, система генерирует в базе данных шаблон-описание данного цикла, который затем используется для осуществления мониторинга предприятия. Шаблон представляет из себя несколько взаимосвязанных записей:

1. Множество процессов – каждый процесс имеет длину (время выполнения), имя, ответственного за него сотрудника.

2. Множество правил переходов – описывают последовательность, в которой выполняются все процессы (так как ТЦ может иметь достаточно сложную структуру: ветвления, параллельно выполняющиеся процессы и т.д., то данные представляются как пары процесс - предшествующий процесс). Кроме того, задается тип связей, содержащий в себе дополнительную информацию о природе запуска процесса.

3. Множество образов документов - описывает все документы, связанные с каждым из процессов. Атрибутами каждого документа является его тип – номер шаблона, хранящего в БД, ответственное лицо, списки сотрудников имеющих привилегии доступа к документу.

4. Множество правил документ-процесс – описывает для каждого из процессов все входные документы, необходимые для старта процесса.

Для облегчения описания процессов в состав системы включены шаблоны типовых процессов предприятия. Их использование позволяет специалисту предприятия быстро описать технологический цикл, без участия разработчиков системы. Кроме того, еще одна причина, по которой в основу редактора была положена нотация IDEF0 – это ее распространенность, информативность и удобство. Данная нотация известна большинству специалистов и не потребует специального обучения.

Также система «Парад-М» включает в себя модуль моделирования бизнес-процессов, который позволяет анализировать стоимость каждого процесса в отдельности, а также варьировать его параметры с отображением на весь цикл в целом. Процесс становится центром процессной ответственности (ЦПО). Сопоставление качества продуктов на выходе с уровнем затрат данного процесса может наглядно показать как преимущества, так и недостатки экономии. Поэтому окончательное решение по сокращению затрат должен принимать руководитель ЦПО, который может определить влияние решений в центрах финансовой ответственности на стоимость процесса и удовлетворенность клиента. Для того, чтобы управляющее звено могло быстро и эффективно принимать решения, необходимо обеспечить их инструментами моделирования, которые позволят быстро и без лишних затрат анализировать влияние каких либо изменений на процесс и производство в целом. В системе «Парад-М» используется теория игр для моделирования поведения предприятия, как системы, в будущем с учетом внесенных изменений в структуру бизнес-процессов. Это позволяет решать долгосрочные и стратегические задачи управления.

Авторами статьи совместно с руководством предприятий «Экопан-Кузбасс» и «Экопан-Сибирь» были описаны бизнес-процессы малоэтажного строительства по технологии «Экопан». Полученные данные были занесены в систему «Парад-М» для моделирования бизнес-процессов (по стоимости и времени выполнения) и формирования шаблонов технологического цикла. В результате была получена себестоимость одной панели и всего домокомплекта в сборе. После моделирования бизнес-процессов были выявлены и устранены дублирующие друг друга функции, что приводило к дополнительным издержкам. Так же сократился период строительства за счет оптимизации бизнес-процессов по времени выполнения. Полученная модель бизнес-процессов легла в основу сетевого планирования. В дальнейшем планируется создание модуля взаимосвязи бизнес-процессов и сетевого планирования, для создания диаграмм Ганта и формирования графиков работ.

Библиографический список

1. Мур Джефри, Уэдерфорд Ларри. Экономическое моделирование в Microsoft Excel, 6-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1024 с.
2. Емельяненко В.А., Катаев М.Ю. Процессное управление // Научная сессия ТУСУР-2008: Материалы докладов Всероссийской научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых. Томск, 5-8 мая 2008 г.: В пяти частях. Ч.4. – Томск: В-Спектр, 2008. - с. 141-142.

УДК 334.724.2

ПЛЮСЫ И МИНУСЫ АВТОНОМНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ КАК ОРГАНИЗАЦИОННО-ПРАВОВОЙ ФОРМЫ МУНИЦИПАЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Миллер А.В.

Научный руководитель: Кравец В.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Процесс реформирования бюджетной сферы в нашей стране протекает постоянно. Идёт поиск новых методов хозяйствования, а самое главное, идёт поиск более эффективного управления бюджетными средствами. Суть этих реформ заключается в переходе от управления затратами к управлению результатами. В связи с этим, после долгих и горячих споров был принят Федеральный закон от 03.11.06 № 174-ФЗ «Об автономных учреждениях» (далее – Закон № 174-ФЗ), который вступил в действие с января 2007 года.

Принятие данного закона привело к внесению изменений в законодательные акты Российской Федерации, в том числе и в Бюджетный кодекс Российской Федерации. Изменения эти вступали в силу с января 2008 года.

Суть изменений, связанных с вышеупомянутым Законом № 174-ФЗ,

сводится к изъятию из статьи 161 Бюджетного кодекса очень важного пункта. «Бюджетное учреждение при исполнении сметы доходов и расходов самостоятельно в расходовании средств, полученных за счёт внебюджетных источников» [1, с.38]. Тем самым бюджетные учреждения (далее БУ) лишаются финансово-хозяйственной относительной самостоятельности.

Законодатель планомерно и методично с одной стороны ужесточает бюджетный процесс. Но с другой стороны, он пытается «расшевелить» бюджетные учреждения, внедрить некие рыночные принципы распределения бюджетных средств. Один из таких шагов - это Закон № 174-ФЗ.

Автономные учреждения нередко путают с такой организационно-правовой формой, как автономная некоммерческая организация. Следует обратить внимание, что АУ – это не новая организационно-правовая форма некоммерческой или коммерческой организации, а новый тип государственного (муниципального) учреждения. «Автономным учреждением признаётся некоммерческая организация, созданная Российской Федерацией, субъектом Российской Федерации или муниципальным образованием для выполнения работ, оказания услуг в целях осуществления предусмотренных законодательством Российской Федерации полномочий органов государственной власти, полномочий органов местного самоуправления в сферах науки, образования, здравоохранения, культуры, социальной защиты, занятости населения, физической культуры и спорта» [6, с.3].

Следует отметить, что различия между АУ и БУ как двумя типами одной организационно-правовой формы не столь уж существенны. «Бюджетное учреждение – государственное (муниципальное) учреждение, финансовое обеспечение выполнения функций которого, в том числе по оказанию государственных (муниципальных) услуг физическим и юридическим лицам в соответствии с государственным (муниципальным) заданием, осуществляется за счёт средств соответствующего бюджета на основе бюджетной сметы» [1, с.3].

У АУ остаётся та же форма собственности, учредитель, цели и виды деятельности, гарантированное финансирование из соответствующего бюджета, сохраняются права на закреплённое прежде за БУ на праве оперативного управления имущество и земельный участок. На сегодняшний день перевод бюджетного учреждения в автономное учреждение не означает приватизацию и самокупаемость, понимаемую как полное снятие с бюджетного финансирования. В процессе обсуждения проекта закона об АУ многие деятели культуры высказывали свои опасения именно по этим вопросам.

Рассмотрим некоторые достоинства автономного учреждения. Одним из главных достоинств АУ является его большая по сравнению с БУ финансово-хозяйственная самостоятельность. Это можно проследить по некоторым положениям закона № 174-ФЗ. «Доходы автономного учреждения поступают в его самостоятельное распоряжение и используются им для достижения целей,...» [6, с.3]. А в следующем пункте законодатель закрепил за учреждением все его доходы и отсутствие права у учредителя АУ на изъятие этих доходов. «Собственник имущества автономного учреждения не имеет права на получение доходов от осуществления автономным учреждением

деятельности и использования закреплённого за автономным учреждением имущества» [6, с.4]. Это один из ключевых моментов для выживания бюджетных учреждений.

Дело в том, что в старой редакции «Основы законодательства Российской Федерации о культуре» и в Бюджетном кодексе, право учреждений в расходовании собственных доходов было закреплено законодательно. Соответственно, учреждения получали стимул для поиска и зарабатывания средств. Обновлённый Бюджетный кодекс ставит учреждения в жёсткую зависимость от смет, разбитых по статьям, и самое главное – в зависимость от главного распорядителя бюджетных средств. Он наделён правом вводить принцип бюджетозамещения, т.е. у одних взять, другим отдать.

Следующее достоинство АУ состоит в том, что оно будет гарантированно получать бюджетное финансирование на выполнение задания учредителя. А формулировка «задание» в отличие от «заказа» выводит распределение бюджетных средств из-под действия Федерального Закона от 21.07.05 № 94 «О размещении заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказания услуг для государственных и муниципальных нужд». Учредитель получает право, минуя конкурсы и аукционы, осуществлять финансовое обеспечение выполнения задания в виде субвенций и субсидий из соответствующего бюджета.

Таким образом, учреждения, получив статус автономного, получают финансовое обеспечение в виде единой суммы. Задача учреждения состоит в том, чтобы обосновать и убедить учредителя в запрашиваемых суммах. А если есть результат, на что нацелена реформа, значит можно запрашивать больший бюджет на большие результаты.

Ещё одним из достоинств АУ является то, что оно может оказывать услуги на возмездной основе сверх установленного задания учредителя. Конечно, вся деятельность должна быть предусмотрена уставом учреждения. Сегодня есть потребность в услугах учреждений культуры. За многие услуги потребители готовы платить. Но эти услуги должны быть высокого качества. А высокое качество требует больших финансовых затрат, на что власти разных уровней по разным причинам не готовы выделять бюджетные средства. Тем самым законодатель даёт возможность АУ проявлять свою творческую смекалку и инициативу.

И в подтверждении этого Закон № 174-ФЗ закрепляет возможности учреждения следующим пунктом: «Автономное учреждение в установленном порядке вправе открывать счета в кредитных организациях» [6, с.3]. Это позволяет выйти из казначейской системы исполнения бюджета, что значительно упрощает оборот финансов.

Самостоятельность АУ может проявляться и в установлении собственного штатного расписания и собственного фонда оплаты труда, то есть можно отойти от пресловутой Единой тарифной сетки. Минимум на оплату труда выделит учредитель, а для достойного существования есть возможность зарабатывать самостоятельно.

Хочется отметить ещё один сильный момент Закона № 174-ФЗ. «Автономное учреждение вправе вносить денежные средства и иное имущество

в уставный капитал других юридических лиц или иным способом передавать это имущество другим юридическим лицам в качестве их учредителя или участника только с согласия своего учредителя» [1, с.5]. Такое положение закона делает АУ полноправным участником экономических процессов, протекающих в жизни общества. Учреждение перестаёт быть организацией с усечёнными возможностями.

Так, например, сегодня организации культуры официально не имеют права заниматься общепитом. Но представить театр или дворец культуры без буфета практически невозможно. Такая ситуация заставляет учреждения либо отказываться от буфета, тем самым снижая свою привлекательность, либо пускать коммерсантов, у которых цели и задачи отличаются от целей и задач учреждений культуры. Возникает конфликт интересов, который отрицательно сказывается в том числе и на доходах двух организаций под одной крышей.

Кроме достоинств, автономные учреждения имеют некоторые проблемы и риски. Рассмотрим некоторые из них. Прежде всего, это угроза снижения социальной защищённости работников учреждений культуры. В законодательстве об АУ не прописано, сохранятся ли за ними социальные гарантии, в т.ч.:

- индексация заработной платы сотрудников;
- статус творческих коллективов (звания «Народный», «Образцовый» и т.п.);
- звания деятелей искусств и работников культуры.

Есть опасения, что органы власти перестанут считать работников АУ как работников бюджетной сферы, а, следовательно, все гарантии и льготы будут возложены на учреждения. Известно, что многие учреждения культуры не то, что не хотят, а не имеют возможности существенного дополнительного дохода.

Необходимость создания наблюдательного совета как коллегиального органа управления можно рассмотреть как один из рисков. В законодательстве достаточно подробно прописана компетенция этого органа и полномочия его членов. Но совершенно нет ответственности за принятые решения. Хотя для справедливости надо отметить, что деятельность наблюдательных советов в большинстве случаев как за рубежом, так и в России помогает учреждениям культуры. Выступая гарантами финансовой стабильности организаций, руководству этих учреждений удаётся привлекать значительные дополнительные финансовые средства.

Что касается вопроса о праве открытия в кредитных организациях расчётного счёта АУ, проблема состоит в том, захочет ли финансовый орган муниципалитета отпустить бюджетные средства из органов казначейства, не будет ли на них распространяться требование ведения бюджетного учёта? Тем самым ставится вопрос о доверии учредителя к руководству учреждения. Отсутствия доверия похоронит саму идею создания АУ.

Организация, которая не видит смысла в поиске новых форм работы, не пытается внедрять современные технологии в своей деятельности, не сможет заинтересовать в своих услугах граждан. Человек не будет платить за те услуги, которые ему не интересны. Следовательно, учреждение остаётся без дополнительной финансовой подпитки.

Автономное учреждение может быть создано путем его учреждения или путем изменения типа существующего государственного или муниципального учреждения. При этом решение о создании автономного учреждения путем изменения типа существующего государственного или муниципального учреждения принимается по инициативе либо с согласия государственного или муниципального учреждения, если такое решение не повлечет за собой нарушения конституционных прав граждан, например, права на получение бесплатного образования. Правительством РФ могут быть установлены дополнительные условия для принятия решения о создании федерального автономного учреждения путем изменения типа существующего государственного учреждения.

Таким образом, учреждение может решить для себя, выгодно ли ему становиться автономным, и либо инициировать этот процесс (обратиться в государственный или муниципальный орган, в ведении которого оно находится), либо отказать в согласии на изменение типа (а в случае принудительного изменения – обжаловать действия учредителя в суд).

При этом далеко не все образовательные учреждения смогут стать автономными – Правительством РФ, высшим исполнительным органом государственной власти субъекта РФ или местной администрацией муниципального образования могут определяться перечни государственных или муниципальных учреждений, тип которых не подлежит изменению. Предположительно, невозможен переход в автономные учреждения образовательных учреждений для детей-сирот, общеобразовательных школ-интернатов, специальных учебно-воспитательных учреждений закрытого и открытого типа для детей и подростков с отклонениями в психике, специальных коррекционных образовательных учреждений для воспитанников с отклонениями в развитии, образовательных учреждений для детей, нуждающихся в психологопедагогической и медико-социальной помощи, малокомплектных сельских школ и т. п.

Статус автономного учреждения позволяет более свободно распоряжаться определенными видами имущества и потому выгоден и удобен тем образовательным учреждениям, которые ведут приносящую доход деятельность в большом объеме и получают от нее существенные доходы. Тем учреждениям, которые не изыскали возможности получать дополнительные доходы, удобнее оставаться бюджетными. Учреждение, которое получает значительные внебюджетные доходы, особенно если для него важна возможность оперативного распоряжения ими, может самостоятельно выйти с предложением о создании автономного учреждения путем изменения типа существующего государственного или муниципального учреждения.

Согласно Закону решение о создании автономного образовательного учреждения путем изменения типа существующего бюджетного учреждения принимается высшим коллегиальным органом управления учреждения. Такой орган должен быть предусмотрен уставом. Но в Законе ничего не говорится о ситуации, когда высший коллегиальный орган по уставу отсутствует. В этом случае решение должно приниматься коллективом учреждения (собранием-конференцией работников и делегатов от обучающихся и (или) делегатов от

родителей несовершеннолетних обучающихся). Такой вывод следует из того, что для перехода в статус автономного учреждения потребуется изменение устава образовательного учреждения, которое невозможно без принятия его собранием-конференцией. Заметим, что внесение изменений в устав образовательного учреждения потребует принятия этих изменений коллективом учреждения в соответствии с Законом РФ «Об образовании». В данном случае Закон РФ «Об образовании» будет иметь приоритет как специальный закон.

Если будет решено изменить тип учреждения, в предложение об этом надо включить:

1) обоснование создания автономного учреждения, в частности с учетом возможных социально-экономических последствий его создания, доступности для населения и качества выполняемых им работ, оказываемых услуг;

2) сведения об одобрении изменения типа существующего государственного или муниципального учреждения его высшим коллегиальным органом при наличии такового;

3) сведения об имуществе, находящемся в оперативном управлении соответствующего государственного или муниципального учреждения;

4) сведения об ином имуществе, подлежащем передаче в оперативное управление создаваемого автономного учреждения;

5) иные сведения.

При этом имущество (в т. ч. денежные средства), закрепляемое за автономным учреждением при его создании, должно быть достаточным для обеспечения возможности осуществлять предусмотренную уставом деятельность и нести ответственность по обязательствам, возникшим у государственного или муниципального учреждения до изменения его типа.

При создании автономного учреждения путем изменения типа существующего государственного или муниципального учреждения не допускается изъятие или уменьшение имущества (в т. ч. денежных средств), закрепленного за государственным или муниципальным учреждением. Данная норма позволяет гарантировать, что изменение типа не позволит параллельно изъять имущество учреждения. Законодатель принял во внимание опасения по поводу того, что процесс изменения типа может послужить прикрытием для изъятия у учреждений имущества. Поэтому в процессе смены типа изъятие сделали невозможным (хотя оно будет возможно до или после изменения типа на условиях, определенных законодательством).

Созданное путем изменения типа существующего бюджетного учреждения автономное учреждение будет вправе осуществлять предусмотренные его уставом виды деятельности на основании лицензии, а также свидетельства о государственной аккредитации, иных разрешительных документов, выданных соответствующему государственному или муниципальному учреждению, до окончания срока действия таких документов. При этом не требуется переоформления документов, подтверждающих наличие лицензий, в соответствии со ст. 11 Федерального закона от 08.08.01 № 128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» и переоформления иных разрешительных документов.

В случае принятия уполномоченным органом решения о создании автономного учреждения путем изменения типа существующего государственного или муниципального учреждения будут применяться определенные гарантии, предусмотренные Гражданским кодексом РФ для кредиторов в случае реорганизации юридического лица. В частности, учредитель обязан будет уведомить кредиторов учреждения об изменении его типа, и кредиторы будут вправе потребовать прекращения или досрочного исполнения обязательства, должником по которому является это юридическое лицо, и возмещения убытков.

Сам по себе Закон не может служить основанием для беспокойства, если он будет реализовываться без злоупотреблений. Более того, он даст возможность тем учреждениям, которые имеют существенные источники внебюджетных доходов, действовать более свободно, что может привести к дальнейшему росту их благосостояния, следовательно, и к лучшему финансовому обеспечению образовательной деятельности в РФ за счет внебюджетных источников (хотя бы в лице этих учреждений). Финансовая самостоятельность учреждений может катализировать процесс инвестирования средств в образование, процесс привлечения населения к финансированию образования.

Но даже если учреждение имеет твердую уверенность в своей конкурентоспособности, желание модернизировать образовательный процесс, выйти на рынок образовательных услуг, побороться за бюджетные и внебюджетные средства, имеет навыки поиска дополнительных финансовых источников, сложившуюся практику получения существенных внебюджетных доходов, готово взять на себя риски самостоятельной деятельности, и потому для него форма автономного учреждения выгодна, все же имеет смысл немного повременить с переходом. В процессе столь масштабной реформы неизбежны некоторые шероховатости, которые будут устраняться при их обнаружении. Обнаружат их именно первые автономные учреждения, которые и станут своего рода испытательным полигоном для отработки новых форм финансирования и реализации прав по распоряжению имуществом.

Не случайно законодатель предусмотрел возможность обратного перехода из автономного учреждения в бюджетное в таком же порядке.

Понятна озабоченность по поводу появления Закона, если речь идет об учреждении, не способном обеспечить качественную подготовку обучающихся. При финансировании государственного или муниципального заказа на оказание образовательных услуг населению вероятна конкуренция между различными образовательными учреждениями, особенно в крупных городах. Бюджетные средства будут сосредотачиваться в наиболее эффективных современных учреждениях, внедряющих инновационные технологии, что может привести к реструктуризации сети образовательных учреждений и ликвидации наиболее слабых ее элементов.

Библиографический список

1. Бюджетный кодекс от 31.07.98 № 145-ФЗ
2. Федеральный закон от 10 июля 1992г. №3266-1 – ФЗ «Об

образовании»// «Собрание законодательства РФ».

3. Федеральный закон от 13 июня 1995г. №49 – ФЗ «Об утверждении Методических указаний по инвентаризации имущества и финансовых обязательств»// «Собрание законодательства РФ»

4. Федеральный закон от 26 декабря 1995г. №208 – ФЗ «Об акционерных обществах»// «Собрание законодательства РФ»

5. Федеральный закон от 12 января 1996г. (в ред. от 28.12.2002г.) №7 – ФЗ «О некоммерческих организациях»// «Собрание законодательства РФ»

6. Федеральный закон от 3 ноября 2006 г. (в ред. от 18.10.2007г.) №174 – ФЗ «Об автономных учреждениях»// «Собрание законодательства РФ»

7. Федерального закона от 08.08.01 № 128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» // «Собрание законодательства РФ»

8. Журавлёва О.А «Органы автономного учреждения», журнал «Клуб», 2008, №4, с.15-18.

9. Журавлёва О.А «Органы автономного учреждения», журнал «Клуб», 2008 г., №7, с.22-26

10. Харченко В. «Зачем нам автономия», журнал «Клуб», 2008г., №1, с.6-7

11. Храмова Е.В. «Правовой режим имущества автономных учреждений», журнал «Юрист», 2008г., №8, с.14-16

УДК 69.003.1/3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ БАЗЫ ДАННЫХ ПО ОБЪЕКТАМ-АНАЛОГАМ

Зосимов А.С.

Научный руководитель: Захарова Н.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Метод определения стоимости строительства на основе базы данных по объектам-аналогам может быть использован на ранних стадиях инвестиционного процесса при выборе проекта строительства и для проведения ориентировочных расчетов по определению необходимого размера инвестиций, для подготовки предварительного расчета стоимости строительства, в том числе при формировании стартовых цен при проведении подрядных торгов и аукционов, а также для оценки рыночной стоимости объектов недвижимости.

Этот метод позволяет определить стоимость строительства по унифицированному набору ресурсов, их расходу, характеризующих базисный уровень затрат на материальные и трудовые ресурсы, эксплуатацию строительных машин, энергоресурсов, транспортных затрат с использованием индексов пересчета стоимости по отношению к базовому уровню стоимости, в котором был определен расчет, с учетом коэффициентов пересчета стоимости в текущий уровень цен или прогнозный, с учетом предполагаемой в этот период инфляцией, изменений налогового законодательства.

Исходными материалами для расчета являются укрупненные на уровне

базовых ресурсов проектные данные предполагаемого к строительству объекта, его укрупненные показатели, проектные данные объектов-аналогов, наиболее полно соответствующие проекту, с которым производится сопоставление. При выборе аналога должно обеспечиваться максимальное соответствии характеристик проектируемого объекта и объектов-аналогов по производственно-технологическому или функциональному назначению и по конструктивно-планировочной схеме. С этой целью проводится технико-экономический анализ зданий и сооружений [1] и вносятся в стоимостные показатели объектов-аналогов требуемые коррективы, в зависимости от изменения конструктивных и объёмно-планировочных решений, используя для этого удельные веса стоимости конструктивных элементов. Технико-экономический анализ включает в себя:

- изучение типологической характеристики зданий, определяемой функциональным назначением здания, составом помещений, квартир в блок-секциях, числом блок-секций и т.д.

- изучение объёмно-планировочной характеристики зданий, включающей информацию об этажности, планировочном типе, числе квартир, общей и жилой площади, площади застройки и т.д.

- изучение конструктивной характеристики, определяемой строительной системой (каркасной, блочной, крупнопанельной, монолитно, кирпичной и т.д.)

- изучение конструктивной схемы здания – с продольными или поперечными несущими стенами

- характеристика отделки фасадов, определяемая видом отделки фасадов

- характеристика инженерного оборудования здания, информирующая о типе систем водоснабжения, канализации, отопления и вентиляции, наличии лифтов и мусоропроводов и т.д.

Отдельно делаются поправки по уровню стоимости для района строительства. При этом применяются показатели стоимости, разработанные на укрупненные измерители зданий и сооружений: 1 м^3 строительного объема, 1 м^2 площади, 1 км длины инженерных сетей, 1 т оборудования, и т.п.

Укрупненные показатели стоимости и показатели по объектам-аналогам должны быть привязаны к условиям строительства оцениваемого здания. Привязка заключается в корректировке показателей стоимости в соответствии с природно-климатическими особенностями.

На основе анализа показателей стоимости по большому числу объектов, построенных на территории России, составлен справочник инженера-сметчика и оценщика объектов недвижимости «Укрупненные показатели базисной стоимости строительства по объектам-аналогам» УПБС-2001. Справочник фиксирует стоимость строительства в базисном уровне цен по состоянию на 01.01.2000 года объектов-аналогов реально построенных и введённых в эксплуатацию на территории России с применением новых технологий, оборудования, машин и механизмов, материалов, изделий и конструкций, в том числе импортного производства. Все показатели стоимости уточнены с учётом

прогрессивных технологий, используемых в современном строительстве. Справочник УПБС-2001 имеет информацию о стоимостных показателях необходимых для определения стоимости работ по новому строительству, капитальному ремонту и реконструкции зданий и сооружений. Стоимость, определённая по данным УПБС-2001, включает все затраты – стоимость строительно-монтажных работ, оборудования, мебели, прочих работ и затрат без учета НДС. Справочник разработан в соответствии с действующим законодательством Российской Федерации для нового строительства, капитального ремонта и реконструкции объектов, осуществляемых на территории Российской Федерации.

Библиографический список

1. Башкатов В.С. Метод определения стоимости строительства зданий и сооружений на основе банка данных о стоимости строительства объектов-аналогов (построенных или запроектированных). Всероссийский информационно-аналитический журнал «Ценообразование и сметное нормирование в строительстве» № 5 (224) и № 6 (225) май и июнь 2006г.

2. Справочник УПБС-2001. «Укрупненные показатели базисной стоимости строительства по объектам-аналогам». Авторы: к.т.н. доцент Башкатов В.С., Башкатов В.В. / (под общей редакцией П.В. Горячкина и В.С. Башкатова). - Санкт-Петербург, ООО «Координационный центр по ценообразованию и сметному нормированию в строительстве» (КЦЦС), ООО «Санкт-Петербургский региональный центр по ценообразованию в строительстве» (РЦЦС СПб), 2005, 332с.

УДК 69.003.12

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Тимофеева В.А.

Научный руководитель: Захарова Н.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Проблема расширения и совершенствования в градостроительстве непосредственно связана с задачами реконструкции, модернизации, перепланировки зданий и сооружений.

Суммарные затраты на реконструкцию зданий и сооружений в последние годы возрастают. В ряде городов они превысили затраты на новое строительство.

В зданиях и сооружениях, построенных в разные исторические периоды, предусмотрены соответствующие своему времени составы основных и вспомогательных помещений и их параметры. За время эксплуатации создаются естественные предпосылки морального (функционального) старения зданий и сооружений, что вызывает необходимость реконструкции

(перепланировки, модернизации). В то же время постепенно исчерпывается нормативный (фактический) срок долговечности основных фондов — зданий, сооружений, комплексов, а также отдельных элементов, что обуславливает их физическое (техническое) старение, предопределяющее теоретическую периодичность реконструкции.

В процессе планового возмещения износа (амортизации) основных непроизводственных фондов, например кинотеатров, клубов, библиотек, театров, парковых, спортивных и других сооружений, происходит перенесение их стоимости по частям на производимые услуги. В отличие от проведения так называемого поддерживающего ремонта, обеспечивающего безопасные и комфортные условия для посетителей и обслуживающего персонала на три — пять лет, а также выборочного капитального ремонта, который необходим для продления срока эксплуатации зданий на 15—20 лет до постановки их на капитальный ремонт, целесообразность реконструкции зданий и сооружений обуславливает продление срока их эксплуатации с теми же или иными функциями еще на 50—100 лет.

Актуальность проблем реконструкции обусловлена наличием в действующей сети значительного числа объектов, не соответствующих современным функциональным и техническим требованиям.

Многие сохранившиеся здания после неоднократных реконструкций продолжают функционировать по своему первоначальному назначению, например театры.

Одним из важнейших средств, направленных на решение проблемы морального и физического является ограничение капитальности здания экономически целесообразными сроками их службы. Подавляющее большинство общественных зданий рассчитано на срок службы 100—150 лет, что обусловлено долговечностью их железобетонных и каменных конструкций. В то же время почти все общественные здания массовых видов, функционирующие длительный период, неоднократно подвергались дорогостоящей и трудоемкой реконструкции и модернизации.

В проектах должно предусматриваться применение таких строительных материалов, изделий и конструктивно-планировочных систем, которые в дальнейшем позволяли бы без особых затруднений осуществлять либо заранее запланированный снос зданий, физически и морально устаревших, либо перепланировку и модернизацию в соответствии с новыми потребностями и с учетом последних достижений научно-технического прогресса.

Другим аспектом той же проблемы качества и эффективности надежности зданий и долговечности строительных материалов и изделий является оптимизация сроков их службы в конструкциях и отделке.

Альтернативой проблеме долговечности следует считать проблему недолговечности зданий и сооружений.

Различные варианты пристройки к жилым домам помещений досуга (например, спортивных залов), кафе, культурно-бытового обслуживания, офисов и т.д. также относятся к проблеме реконструкции.

Одним из рациональных методов расширения реконструкции является пристройка спортивных залов к школам, чтобы залы были рассчитаны не

только на учащихся, но и на население данного микрорайона города.

Для экономического анализа и оценки здания, сооружения и строительные комплексы, предназначенные для реконструкции, делятся на группы по степени их соответствия современным функциональным и техническим требованиям:

- практически полностью им соответствующие;
- требующие некоторого увеличения площади основных или вспомогательных помещений и соответствующей реконструкции здания;
- требующие значительных реконструктивных работ и больших затрат;
- реконструкции не поддающиеся.

Социально-экономическая эффективность осуществления строительных работ, связанных с реконструкцией рассматривается комплексно с включением единовременных и текущих затрат и их экономических и социальных результатов. Помимо затрат, необходимых для создания качественно новых условий функционирования объекта строительства, зачастую дополнительные затраты могут быть вызваны конкретными условиями реконструкции, в том числе:

- содержанием здания в безопасном состоянии;
- выбором места производства работ по реконструкции;
- устранением причин, которые могут привести к дополнительным затратам при последующей эксплуатации зданий.

Некоторые особенности учета затрат на реконструкцию жилых и общественных зданий определяются следующими факторами:

- в реконструируемом здании не всегда удастся полностью обеспечить набор и параметры помещений, соответствующие современным объемно-планировочным и функционально-технологическим требованиям здания в соответствии с заданием и целью проектирования;
- сложность реконструкции обуславливает дополнительные финансовые, материальные и трудовые затраты по ряду трудоемких работ, выполненных наиболее квалифицированными рабочими;
- производство строительных изделий, как правило, мелкими сериями, а также использование при реконструкции более дорогих строительных изделий мелкосерийного или штучного (индивидуального) производства предопределяют их удорожание по сравнению с типовыми деталями и конструкциями;
- реконструкция общественных зданий может вызвать экономические потери в общегородском (районном) масштабе, если в расчет включить затраты на транспорт, коммуникации, примыкающие к территории реконструкции;
- эксплуатационные расходы, связанные с амортизационными отчислениями на реновацию и капитальный ремонт более дорогих реконструируемых зданий возрастают, увеличиваются также расходы на отопление реконструируемых зданий, имеющих сверхнормативную высоту помещений.

Так, например, затраты на реконструкцию театров дешевле нового строительства. Тот факт, что стоимость реконструкции уникальных зданий

нередко приближается к затратам на новое строительство аналогичного здания, равна им или даже превышает их, принципиально отличает такую реконструкцию от реконструкции других видов общественных, а также жилых и производственных зданий.

Экономические преимущества реконструкции в принципе могут быть обеспечены в том случае, если затраты на строительные-монтажные работы будут сокращены за счет рационального использования имеющихся зданий, сооружений.

Экономическим преимуществом реконструкции считается относительно небольшой разрыв между вложением средств и получением эффекта. Экономический эффект обеспечивается при проведении работ по реконструкции зданий или сооружений досуга без остановки (полной или частичной) их функционирования, что обеспечивает предоставление услуг и поступление дохода (в коммерческих объектах) в период реконструкции.

По соображениям градостроительного и экономического характера нередко предусматривается реконструкция жилых микрорайонов в целях:

- увеличения плотности жилой застройки;
- ликвидации малоценного жилого и нежилого фонда;
- жилого и нежилого фонда, имеющего значительный физический и моральный износ;
- благоустройства территории и транспортной разгрузки.

В этом случае объемы нового строительства в микрорайоне, подлежащем реконструкции, опорный фонд и перечень объектов, подлежащих сносу, определяются проектом детальной планировки.

При определении степени физического износа жилых и общественных зданий следует руководствоваться показателями нормативных сроков службы.

Условия реконструкции в городах и жилых районах, естественно, различны, что предопределяет поиск индивидуального архитектурно-планировочного и объемно-пространственного решения. Индивидуальность каждого жилого района зависит от степени износа и плотности жилого и нежилого фонда, а также его историко-художественной ценности. С другой стороны, планы реконструкции зависят от возможностей строительной базы.

При разработке проектов реконструкции городов экономисты выделяют три основных способа решения задачи их дальнейшего развития:

- 1) внутренняя реконструкция — в пределах существующей территории города, которая требует большого сноса существующей застройки;
- 2) развития города на новой территории — этот способ требует больших затрат на освоение территории и прокладку инженерных коммуникаций;
- 3) смешанная реконструкция — комбинированное решение, сочетающее внутреннюю реконструкцию с застройкой новых территорий.

Выбор эффективных путей реконструкции городов (микрорайонов, жилых районов), вариантов и методов реализации проекта по освоению территории и их экономический анализ возможны только на основе комплексного учета затрат и полученных благодаря им результатов (доходов) от всех мероприятий.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПРОЦЕССОВ

Дурова А.Е.

Научный руководитель: доцент Магарамова Н.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

На производство строительных работ каждое строительство должно быть обеспечено проектной документацией, которая основывается на передовом опыте и новейших достижениях строительной науки и техники и предусматривает высокое качество выполняемых работ при их низкой трудоемкости и стоимости. С этой целью до начала строительства разрабатываются проект организации строительства (ПОС) и проект производства работ (ППР).

Проект организации строительства разрабатывается генеральной проектной организацией с привлечением специализированных организаций на весь период строительства для всего объема работ по проектному заданию и устанавливает оптимальную продолжительность строительства в целом, его очередей, пусковых комплексов, отдельных объектов в увязке с нормами продолжительности строительства.

Проект производства работ разрабатывается генеральными подрядными строительно-монтажными организациями с привлечением проектных, научных и других задействованных в строительстве организаций по рабочим чертежам подготовительного и основного периодов строительства зданий и сооружений или пусковых комплексов. При этом в основу ППР закладываются решения, принятые в ПОС, с учетом местных организационно-технических условий. Важнейшими частями ППР являются календарные планы или сетевые графики строительства, учитывающие продолжительность и последовательность всех работ, а также стройгенпланы с размещением на строительной площадке всех коммуникаций, складов, помещений, оборудования и т.д. В ППР на все основные виды строительно-монтажных работ в зависимости от степени их сложности составляются технологические схемы или технологические карты, которые вместе с картами трудовых процессов являются основными документами технологического проектирования строительных процессов.

Технологические карты, разрабатываются с целью обеспечения наиболее рациональных технологии и организации строительных процессов, способствующих улучшению качества и снижению стоимости строительно-монтажных работ. Они служат основанием для выписки нарядов-заданий рабочим.

Технологическими картами регламентируются сроки выполнения и технологическая последовательность отдельных строительных процессов (при выполнении заданного объема работ с использованием определенного комплекта машин и инструментов). При разработке технологических карт и выборе методов производства работ определяющую роль играют назначение

здания или сооружения, его объемно-планировочные и конструктивные характеристики.

Технологические карты могут быть разработаны на возведение конструктивных элементов здания или сооружения (монтаж каркаса здания, устройство кровли и т.п.), выполнение отдельных видов работ (бетонные, каменные, малярные и др.) или комплекса работ, результатом которых являются законченные конструктивные элементы и части зданий и сооружений (монтаж каркаса здания и т.д.).

Технологические карты составляются на основании типовой технологической карты, которая состоит из следующих разделов: область применения карты, организация и технология строительного процесса, технико-экономические показатели, материально-технические, ресурсы.

В строительстве осуществляется много мероприятий, направленных на улучшение организации труда рабочих. Одно из них - создание карт трудовых процессов.

Карты трудовых процессов являются основным документом в строительстве, регламентирующим условия, необходимые для обеспечения высокопроизводительного труда рабочих на научной основе. Их цель — помочь инженерно-техническому персоналу, бригадирам и квалифицированным рабочим рационально организовать трудовой процесс; правильно укомплектовать бригады и звенья по профессиональному, квалификационному и количественному составу; максимально сократить ручной труд; подобрать наиболее прогрессивные приемы и методы, обеспечивающие повышение выработки и качества работ.

Карты трудовых процессов, как правило, разрабатываются на отдельные виды работ (монтаж сборных конструкций, кладка кирпичных стен различной толщины и степени сложности и т.д.). При выполнении работ поточно-расчлененными методами (звеньями рабочих определенной квалификации) карты разрабатываются на отдельные операции, например нанесение слоя обрызга, нанесение и разравнивание слоя грунта и накрывочного слоя при штукатурных работах.

В отличие от технологических карт, составляемых в основном на комплексные процессы строительно-монтажных работ, в картах трудовых процессов главное внимание уделяется разработке приемов и методов труда, рабочим движениям, взаимодействию исполнителей. При этом тщательно изучаются и обобщаются передовой опыт, достижения науки в области физиологии и психологии труда.

Карты трудовых процессов, как правило, включают пять разделов: «Назначение и эффективность применения карты»; «Исполнители, предметы и орудия труда»; «Условия и подготовка процесса»; «Технология и организация процесса»; «Приемы труда». Карты комплектуются по каждому виду строительно-монтажных работ.

В разделе «Назначение и эффективность применения карты» приводятся назначение и область применения карты, производительность труда в виде выработки в натуральных показателях, трудоемкость рабочего процесса в человеко-часах.

Раздел «Исполнители, предметы и орудия труда» содержит сведения о профессиональном и численно-квалификационном составе рабочих-исполнителей, перечень материалов и изделий, инструментов, приспособлений и инвентаря (с указанием номеров стандартов, технических условий, типовых чертежей), а также их количество, необходимое для выполнения процесса.

В разделе «Условия и подготовка процесса» изложены: требования к готовности предшествующих работ и их качеству с указанием способов контроля; требования к подготовке и выполнению трудового процесса в организационном отношении (установка и перестановка подмостей, подача к рабочему месту материалов, конструкций, изделий и другие работы, не входящие непосредственно в состав процесса); указания по способам контроля качества материалов и изделий, используемых рабочими при выполнении процесса; безопасные методы выполнения работ.

Раздел «Технология и организация процесса» содержит: технологическую последовательность выполнения и взаимоувязку всех операций; схему организации рабочего места (его размеры, расстановку рабочих, размещение материалов, изделий, инвентаря и приспособлений); график трудового процесса по его элементам (операциям, приемам) с указанием деления труда между исполнителями, трудоемкости отдельных элементов, продолжительности отдыха и технологических перерывов в работе.

В разделе «Приемы труда» раскрывается суть рекомендуемых рациональных рабочих приемов как целенаправленной совокупности движений, с помощью которых осуществляются операции. Приемы труда излагаются в технологической последовательности с указанием продолжительности выполнения каждого элемента, специальности и разряда рабочих, применяемых инструментов и приспособлений. Для наглядного представления техники исполнения приемов приводятся рисунки, фотоснимки, схемы, иллюстрирующие направление и порядок рабочих движений.

УДК 624.07

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ КОНСТРУКЦИИ СТЕНОВЫХ ПАНЕЛЕЙ

**Вольф Т.А., Ерофеева А.Е., Клинова К.И.,
Подколзина А.С., Рожкова К.В.**

Научный руководитель: к.т.н., доцент Астахова Л.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В рамках курса «Методы научно-технического творчества» нами был проведен патентный поиск по журналам «Открытия, изобретения, товарные знаки» на тему «Новые технологические решения в области конструкции стеновых панелей». Данная тема была выбрана не случайно. Современное гражданское строительство нуждается в усовершенствовании применяемых стеновых ограждений. Глубина патентного поиска составила 25 лет (с 1984 г.

по 2009 г. включительно)^{1,2}. Произведен анализ результатов патентного поиска. В итоге выбраны несколько изобретений-прототипов и аналог, в процессе изучения которых были выявлены недостатки, основным, на наш взгляд, является отсутствие фильтрующего загрязненный воздух элемента. В условиях экологически неблагоприятных городов появление стеновых панелей с фильтрующим элементом вполне актуально, так как высокая загрязненность воздуха достаточно сильно сказывается на здоровье людей. Благодаря устранению этого недостатка, а также снижению массы конструкции было представлено новое техническое решение.

Строительный блок с фильтрующим элементом для ограждающих конструкций несущих стен, содержащий наружные бетонные слои на основе преимущественно легкого бетона, и расположенный между ними минераловатный слой, размещенный в замкнутой полости, образованной наружным бетонным слоем, отличающийся тем, что в верхней и нижней частях блока находятся сквозные отверстия в виде труб диаметром 60-80мм, выполненные из металлопластика (рисунок 1). С наружной стороны стеновой панели отверстие прикрыто проволочной решеткой. На расстоянии 50мм от внутренней грани стеновой панели в отверстии расположен сменный фильтр, состоящий из двух слоев волокнистого материала, внешне напоминающего картон или плотную ткань и расположенного между ними угольного брекета. Фильтр заключен в проволочную сетку.

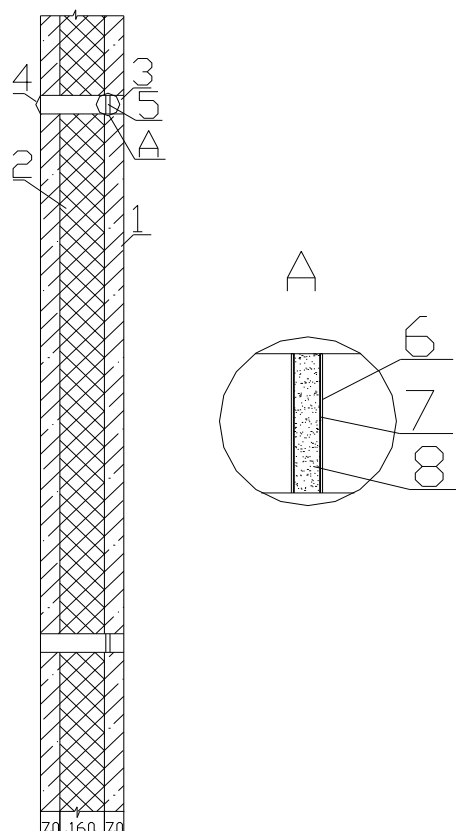


Рисунок 1 – Стеновая панель: 1- легкий бетон; 2 – минераловатный слой; 3 – труба из металлопластика; 4 – проволочная решетка; 5 – сменный фильтр; 6 – сетка из проволоки; 7 – прокладка из волокнистого материала; 8 – угольный бреклет

Такой фильтр эффективно устраняет табачный дым, улавливает вредные газы (угарный и даже формальдегиды), очищает воздух от прочих неприятных запахов и химических соединений, а также способен задерживать частицы размером до 0,3 мкм, поэтому хорошо справляется с цементной и асбестовой пылью. Благодаря использованию в фильтре доступных материалов, его цена вполне приемлема для любого среднестатистического гражданина нашей страны. С целью эффективности очистки воздуха замену фильтра нужно производить примерно раз в 3-6 месяцев. Использование таких стеновых панелей будет очень актуально в промышленных городах, а также мегаполисах, где нарушена экология.

Библиографический список

1. Реферативный журнал «Открытия, изобретения, товарные знаки», 1984-2009г.
2. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www1.fips.ru/>

УДК 624.042.1

ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

**Бычков Е.И., Вдовин А.А., Зыков А.Е.,
Кармалин Д.А., Миннеханов М.И., Суслов А.Н.
Научный руководитель: к.т.н., доцент Астахова Л.И.**

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В рамках курса «Методы научно-технического творчества» нами был проведен патентный поиск на тему «Предварительное напряжение нагревом» в следующих источниках: реферативные журналы «Открытия, изобретения, товарные знаки» и Интернет-издания. Также в качестве пособия был использован учебник по предварительно напряжённым стальным конструкциям. Глубина патентного поиска составила 20 лет, то есть с 1989 года по 2009 год включительно [1, 2, 3]. Также был произведен анализ результатов патентного поиска, где были выявлены недостатки предыдущих изобретений. Для анализа были выбраны несколько аналогов, после чего представлено новое техническое решение по данной теме. Актуальность темы заключается в том, что во все времена проблема рациональности и технологичности балки интересовала инженеров в области строительства.

Предварительно напряжёнными металлическими конструкциями называются такие конструкции, в которых в процессе изготовления или монтажа искусственно создаются в наиболее напряжённых сечениях или стержнях собственные напряжения, противоположные по знаку напряжениям от расчётной нагрузки. Известны следующие способы предварительного напряжения [4]:

- 1) Обжатие отдельно растянутых, сжатых и изгибаемых стержней и

целых элементов затяжками различного вида из высокопрочных материалов.

2) Предварительный упругий выгиб отдельных элементов с последующей сваркой их в изогнутом состоянии в целый конструктивный элемент.

3) Предварительная вытяжка целых элементов или отдельных их стержней в целях увеличения области упругой работы материала.

4) Принудительное смещение опор конструкций на монтаже с целью перераспределения моментов или получения в стержнях усилий обратного значения по отношению к усилиям от внешней нагрузки.

5) Временная загрузка в процессе монтажа отдельных элементов конструкций с последующим закреплением конструкций под нагрузкой для рационального распределения усилий и повышения её жесткости.

6) Создание предварительного напряжения в прокатных профилях путём завальцовки в них предварительно натянутой высокопрочной проволоки.

7) Предварительное напряжение вантовых систем для обеспечения их жёсткости и способности воспринимать сжимающие усилия.

8) Предварительное напряжение отдельных гибких стержней с целью восприятия ими сжимающих усилий.

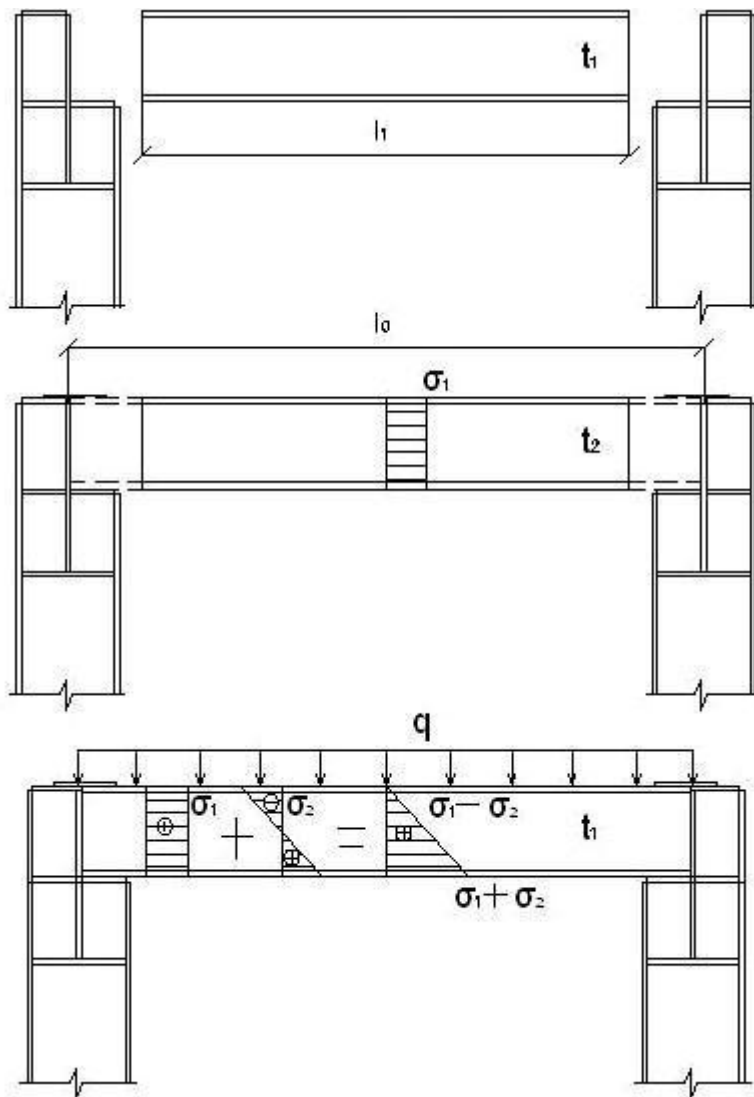
Натяжение с помощью электронагрева применяется для затяжек из стержней. Стержни могут нагреваться как в самой конструкции, так и вне её. Во втором случае нагрев стержней производится на специальных установках, состоящих из двух опор с зажимами и контактами, промежуточных опор для поддержания стержней и электрооборудования. Можно производить одновременно нагрев нескольких стержней путём последовательного включения их в цепь понижающей обмотки трансформатора. Нагретые стержни следует укладывать на конструкцию не вручную, а при помощи кранов, оборудованных траверсой, автоматически захватывающей и опускающей стержень [4].

Целью нашего поиска было нахождение прототипов и аналога для предварительно нагретой балки покрытия. В результате его определено, что сам принцип, описанный выше, был известен ранее лишь в учебных пособиях, но не использовался на практике за отсутствием оборудования, которое обеспечивало бы нагревание балки предварительно монтажу. Предложенный в представленной работе способ предварительного напряжения в однопролётных балках позволяет уменьшить расход металла за счёт более благоприятного распределения напряжённо-деформируемого состояния в балке. Целью нашего усовершенствования является увеличение устойчивости верхнего пояса, стенки балки и балки в целом, переход от изгибающих к растягивающим напряжениям.

Балку изготавливают с таким расчётом, чтобы она имела несколько меньшую длину l_1 , чем требуемая величина l_0 . Перед установкой балку нагревают на Δt градусов так, чтобы она в результате нагрева увеличилась до требуемой длины l_0 . После этого балку устанавливают в проектное положение. В результате остывания происходит уменьшение геометрических размеров, что приводит к возникновению в балке растягивающих напряжений, которые равны: $\sigma_t = \alpha \cdot \Delta t \cdot E$. После приложения к балке нагрузки происходит уменьшение растягивающих напряжения в одной половине сечения, и увеличение - в другой.

Пример расчёта:

$$\Delta t = \frac{\sigma_1}{\alpha \cdot E} = \frac{120 \cdot 10^6}{0.000012 \cdot 2.06 \cdot 10^{11}} = 48.5^{\circ}$$



Рисунок

Предложенный способ создания предварительно напряжения предполагает жёсткое сопряжение балки с колонной при условии примыкания её сбоку. Жёсткости колонны в месте примыкания должно быть достаточно для сохранения предварительно напряжения.

Представленное техническое решение предварительно напряжения балки позволяет увеличить устойчивость верхнего пояса, стенки балки и балки в целом, перейти от изгибающих к растягивающим напряжениям.

Библиографический список

1. Реферативный журнал «Открытия, изобретения, товарные знаки», 1989-1994г.
2. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www1.fips.ru/>
3. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://ru-patent.info>

4. Беленя, Стрелецкий, «Предварительно напряжённые стальные конструкции», М., Стройиздат, 1986.

УДК 624.078.412

ПРЕДЛОЖЕНИЕ УНИФИЦИРОВАННОГО УЗЛА ШАРНИРНОГО СОЕДИНЕНИЯ В РАМКАХ КУРСА «МЕТОДЫ НАУЧНО ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА»

**Арнаутов И.А., Зайцева Д.В., Коломеец П.В., Лукашевич И.Н,
Очаповская О.В., Рачёв Д.А.**

Научный руководитель: к.т.н., доцент Астахова Л.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время, старые методы строительства неминуемо сменяются новыми. Но не всегда инновационные решения вписываются в уже сложившиеся правила и нормы. Старые технологии уже всем известны. Проектировщикам и строителям их использовать в проекте удобнее, нежели рассматривать новые предложения. Новые решения и разработки ученых при внимательном их изучении значительно облегчают жизнь работникам строительной сферы.

Многие молодые ученые, разрабатывая какой-либо новый проект, не могут добиться его продвижения. В этом плане наша страна отстает от развитых стран, в которых более трезво и рационально поддерживает деятельность перспективных ученых, ведущих свои разработки в строительной области. В связи с этим из России наблюдается весомый отток молодых специалистов.

Под изобретением в смысле патентного закона понимается техническое решение в любой области, относящееся к продукту (в частности, устройству, веществу) или способу (процессу осуществления действий над материальным объектом с помощью материальных средств).

Патент на изобретение в Российской Федерации действует в течение 20 лет с даты подачи заявки на выдачу патента.

Срок действия патента на изобретение, относящееся к лекарственному средству, пестициду или агрохимикату, для применения которых требуется получение в установленном законом порядке разрешения, может быть продлен на срок до 5 лет.

Техническим решением является автоматический узел соединения колонны с фермой (балкой). В настоящее время данный вид работ достаточно трудоемкий. При монтаже задействовано много монтажников, существуют проблемы с точностью монтажа фермы на колонну, недостатки в работе самих узлов.

Был произведен патентный поиск глубиной 25 лет, результатом которого стали уже используемые проекты и проекты, существующие пока только «на бумаге». Поиск производили по журналам «Открытия, изобретения, товарные

знаки» и по открытым данным электронного ресурса ФИПС.

В результате анализа было установлено следующее:

1. Опорные части ферм и балок при шарнирном опирании стремятся свести к минимальному сечению, удобному при монтаже.

2. Широко используются методы автоматической фиксации опорных элементов за счет защелкивания или с использованием гравитации (падающим замком).

3. Для создания жесткого диска покрытия используются связи, которые создают устойчивость ферм.

4. При шарнирном закреплении фермы с колонной верхний пояс с растянутым раскосом опираются на колонну сверху.

5. Жесткие узлы крепления предусматривают плавный переход от одного элемента к другому;

При разработке нового технического решения были использованы следующие методы научно технического творчества:

– Метод мозгового штурма. Применялся при первом обсуждении планов разработки и определении цели поиска. Было выдвинуто несколько технических решений, часть из которых применена в узле.

– Метод морфологического анализа. Применялся при дальнейшем улучшении качеств технического решения. Так, например, в замену привариваемым пластинкам внутри элемента было выбрано использование бетона в связи с тем, что пластинки служили только для увеличения жесткости детали.

– Широко применялась продуктивная критика по принципу: «Отвергаешь – предлагай». Ряд улучшений отменен в виду их нецелесообразности и высокой трудоемкости.

В результате предложено новое техническое решение, которое предусматривает соединение вертикальных конструкций с горизонтальными, например колонны с фермой или балкой. В основу положен принцип подобия поверхностей. Используются поверхности пирамидальной формы, которые представляют собой соответственно на колонне вогнутой, а на балке выпуклой формы.

Данное техническое решение привносит следующие улучшения:

1. Монтаж конструкций осуществляется по безвыверочному методу;

2. В случае неточностей при монтаже колонн происходит их установка в проектное положение за счет горизонтального элемента, который под собственной тяжестью «скатывается» до проектной отметки;

3. Унифицированный элемент закрепления является отдельно шарнирным. Данное свойство применимо в случае сейсмической активности – при землетрясении колонна и ферма начинают работать отдельно, при этом не произойдет разрушения и безвозвратного смещения конструкции;

4. Достигнуто повышение скорости монтажа в сравнении с имеющимися аналогами т.к. унифицированный узел шарнирного соединения является свободно опертым;

5. Возможно применение данного узла, как для железобетонных, так и для металлических конструкций;

6. Не ограничивает типы применяемых сечений, что позволяет лучше использовать преимущества каждого.

В итоге предложен узел, показанный на рисунке 1:

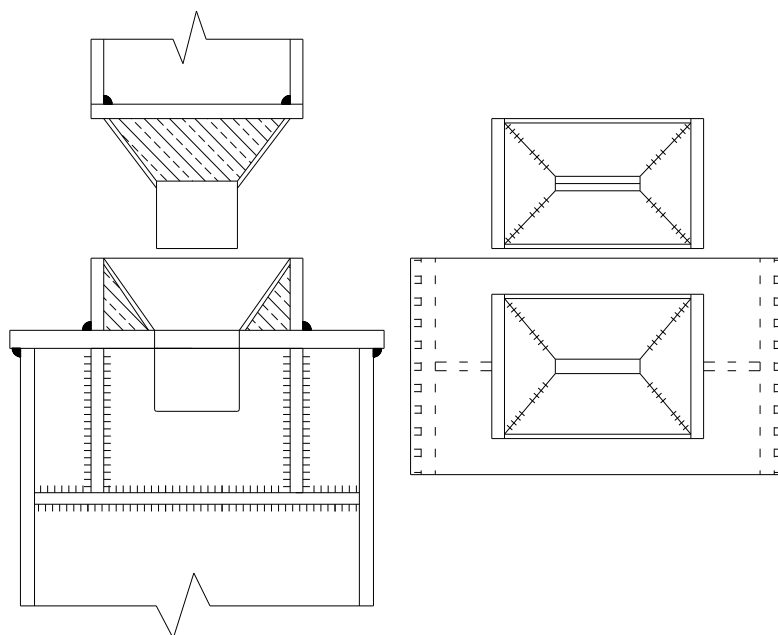


Рисунок 1 – Унифицированный узел шарнирного соединения

УНИФИЦИРОВАННЫЙ УЗЕЛ ШАРНИРНОГО СОЕДИНЕНИЯ, включающий металлические листы, полость между которыми заполнена бетоном, устроенные так, что соединение осуществляется за счет свободного опирания пирамиды в обратную с целью снижения трудоемкости и повышения точности монтажа, применяется соскальзывание опорных частей до проектного уровня, с целью повышения надежности соединения в основание опорной части производится отверстие в которое при монтаже попадает зуб опирающейся конструкции, позволяет исключить расхождение с проектным за счет возможности его предварительного исполнения в заводских условиях.

УДК 624.012.45

НОВЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В ОБЛАСТИ АРМИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ

**Баландина О.Н., Мельникова С.А., Попова Е.А.,
Варламова К.П., Карпенко М.Ю., Лукунина М.М.
Научный руководитель: к.т.н., доцент Астахова Л.И.**

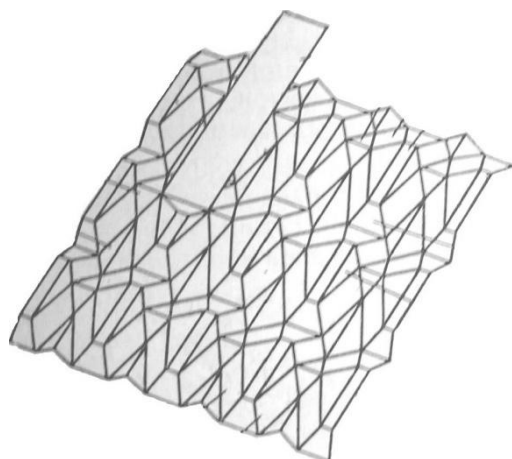
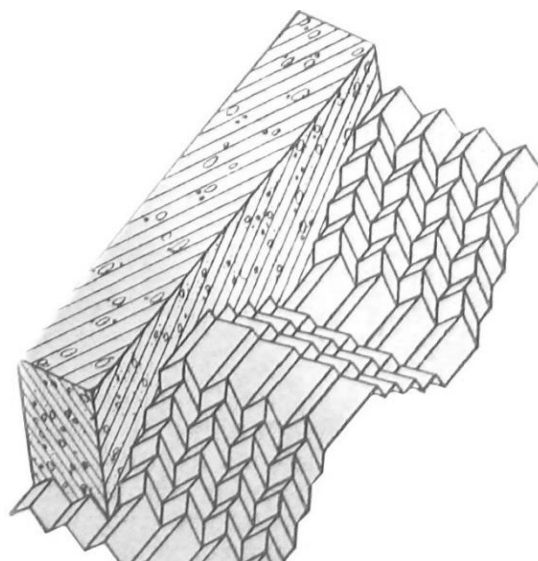
*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В области армирования железобетонных конструкций постоянно появляются новые технические решения по усовершенствованию арматурных элементов с целью повышения несущей способности конструкций и увеличения степени сцепления арматуры с бетоном. Проведенный патентный

поиск, глубина которого составила 25 лет с 1984 по 2009 гг., показал многообразие изобретений на данную тему, имеющие свои достоинства и недостатки.

В результате анализа были выявлены аналоги арматурных элементов, которые представлены ниже.

АРМАТУРНЫЙ ЭЛЕМЕНТ, выполненный в виде гофрированного листа, содержащего зигзагообразные ряды гофров с наклонными гранями в форме параллелограммов, отличающийся тем, что, с целью увеличения его жесткости и улучшения сцепления с бетоном, между гофрами с гранями в форме параллелограммов выполнены с чередованием участки гофров с гранями в форме трапеций, ряды которых расположены параллельно или с наклоном относительно друг друга.



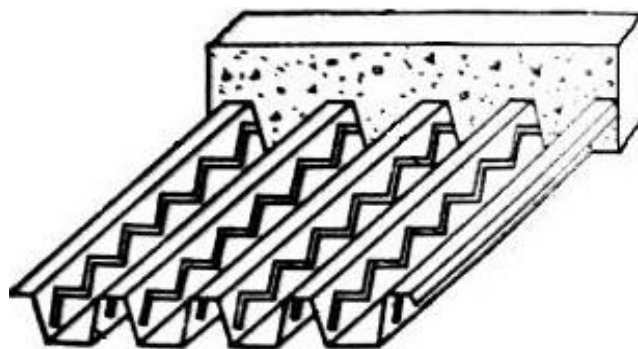
1. **АРМАТУРНЫЙ ЭЛЕМЕНТ**,

выполненный в виде гофрированного листа, содержащий ряды гофр шестиугольной формы, отличающийся тем, что, с целью улучшения его сцепления с бетоном и повышения жесткости, между рядами гофр шестиугольной формы образованы с чередованием ряды гофр ромбической формы, при этом гофры обоих видов выполнены с перегибами по диагоналям и их ряды соединены между собой плоскими участками в форме параллелограммов,

причем гофры шестиугольной формы перегнутые по одной и двум диагоналям и чередуются в продольных рядах.

2. Элемент по п. 1, отличающийся тем, что в гофрах шестиугольной формы образованы ребра жесткости трапециевидного поперечного сечения.

3. **АРМАТУРА ДЛЯ БЕТОНА**, выполненная в виде гофрированных металлических листов с прямоугольной или трапециевидной формой гофров, на боковых стенках которых выштамповываются выступы, отличающаяся тем, что, с целью повышения несущей способности армированных конструкций, выступы на стенках гофров выполнены по направлению зигзагообразной ломаной линии с одинаковыми углами перегибов и высотой не менее половины высоты

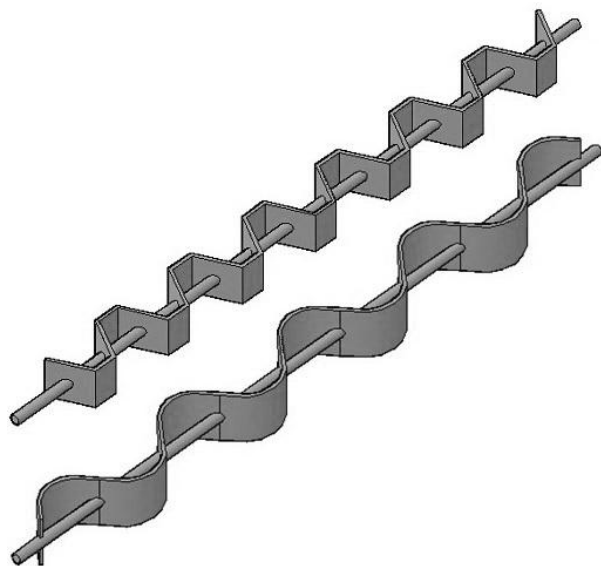


стенок.

4. Арматура по п.3, отличающаяся тем, что выступы выполнены прерывистыми в местах перегибов ломаной линии.

Известные конструкции арматурных элементов являются металлоемкими, требуют высокой трудоемкости изготовления сложных форм гофр, а также имеют большую поверхность впадин, отрицательно сказывающуюся на коррозионной стойкости и сцеплении с бетоном.

Технической задачей заявляемого изобретения является устранение недостатков вышеприведенных аналогов. Указанная задача, на решение



которой направлено изобретение, достигается тем, что арматурный элемент выполнен в виде гофрированного металлического стержня, на боковых гранях которого сделаны сквозные отверстия, отличающийся тем, что, с целью повышения сцепления с бетоном, гофры выполнены в виде трапециевидной либо волнообразной формы; для повышения прочности конструкции через отверстия проходит металлический стержень, который соединен с гофрированным листом на сварке с шагом через две гофры.

УДК 692:728.8

МАЛОЭТАЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО, КАК РЕШЕНИЕ ЖИЛИЩНЫХ ПРОБЛЕМ

Ермольчев М.В.

Научный руководитель: доцент Музыченко Л.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Условия перехода к рыночным отношениям в стране создали предпосылки к изменению технической и инвестиционной политике в жилищном строительстве и привели к созданию необходимости перемен в проектирование и строительстве жилья. О чем думает человек, покупая себе современное высококачественное жилище? О том, что в этих стенах он непременно начнет новую жизнь. Что построит, наконец, дом своей мечты. На протяжении тысячелетий мастера-строители создавали новые и совершенствовали старые конструктивные решения. В результате этого исторического процесса в области строительства накоплены огромный опыт и определение традиций.

Современные тенденции развития строительства характеризуются

значительным возрастанием объемов малоэтажной жилой застройки. Возрастание объемов малоэтажного строительства происходит за счет более полного освоения городских территорий (вторичная застройка) и территорий, находящихся на границе доступности общегородских центров, мест действия основных инженерных инфраструктур. Развитие малоэтажной жилой застройки является необходимым средством улучшения экологической обстановки в городах.

В отличие от массового многоэтажного жилища, индивидуальное малоэтажное дает возможность непосредственно учитывать требования конкретного заказчика, его образа жизни, довести до максимального соответствия жизнедеятельность семьи и жилище. Появляется возможность учитывать пол, родственные связи членов семьи, материальные возможности и другие многочисленные факторы.

Застройка малой этажности может обеспечить достаточно высокую степень освоения территории. Сочетание высокой и малой решит проблему возвращения лица города, избавит от унылого однообразия. Низкая застройка может заполнить часть тех свободных территорий, которые не используются в разрывах между высокими зданиями, ведь одно-двухэтажные дома могут отстоять друг от друга всего на 12-15 метров, а четырехэтажные на 25-30 метрах.

В настоящее время сняты многие ограничения в малоэтажном строительстве, индивидуальному застройщику предоставлены широкие права и возможности по сооружению собственных усадебных домов. Значительно увеличено производство необходимых строительных материалов и их свободная продажа на торговых базах и специализированных магазинах, упрощена система отвода земельных участков для строительства и согласования индивидуальных проектов жилых домов. Все это создает благоприятные условия для широкого развития индивидуального домостроения.

Местом строительства загородного дома является город Краснодар. Перед началом проектирования были произведены инженерно-геологические исследования места строительства. Было установлено, что рельеф участка – спокойный с перепадом высотных отметок от 98,10 до 98,90. Инженерные сети располагаются на расстоянии около 300 м. от строительной площадки. Существующие здания, сооружения и строения, подлежащие сносу на площадке, отсутствуют.

Нормативная глубина промерзания грунта $d_{fn} = 0,7$ м. Ветровой режим характеризуется ярко выраженной периодичностью. Преобладающее направление ветра: теплый период – юго-восточный; холодный период – северный.

В данном дипломном проекте разрабатывается строительство 2-х этажного индивидуального дома с площадью застройки 245 м^2 (площадь участка - 3520 м^2).

Конструктивная схема 2-х этажного индивидуального дома – смешанный каркас с безбалочными монолитными перекрытиями. Внешние стены – кирпичные толщиной 400 мм. Внутренние кирпичные стены толщиной 300 мм.

На первом этаже между колонной и стеной располагается железобетонная балка сечением 300x300 мм. Перегородки кирпичные, толщиной 120 мм. Кровля плоская инверсионная. Принцип инверсионной кровли, заключается в защите гидроизоляционного слоя свободно лежащим над гидроизоляцией слоем утеплителя. При использовании такого конструкционного решения кровли гидроизоляционный слой круглый год находится при практически постоянной температуре, близкой к температуре внутри здания. Важно, что при этом предотвращается возникновение конденсата, что дает возможность не устраивать пароизоляцию кровли.

Типовая конструкция инверсионной кровли выглядит следующим образом:

- гидроизоляционный слой (прямо на основании),
- теплоизоляционные плиты,
- геотекстильное покрытие,
- дренирующий слой,
- защитный верхний слой.

В качестве верхнего слоя, служащего для защиты кровли от ветрового воздействия, на теплоизоляцию, применяют – насыпной слой (пригружающий) из гравия или гальки. Этот слой так же в значительной мере снижает воздействие озона и УФ - излучения, и является необходимым условием для противопожарной безопасности. Конструкция фундамента – ленточный фундамент с фундаментами под колонны.

Водяной теплый пол – это полноценная система отопления, альтернатива классической радиаторной системе отопления (вопреки бытующему обратному мнению). Система экономит энергию от 20 до 50%

Водяной теплый пол допускает применение любого вида чистового покрытия, даже паркета.

Суть водяного теплого пола сводится к монтажу между полом и напольным покрытием сети мини трубопроводов (контуров теплого пола), по которым циркулирует теплоноситель – нагретая вода (порядка +35-45°C). Поэтому водяной теплый пол называют еще «низкотемпературной системой отопления». Благодаря этому поверхность пола нагревается и отдает свое тепло окружающему воздуху и предметам.

Кроме того, система водяного теплого пола обеспечивает равномерный обогрев всей площади помещения: без «горячих» и «холодных» (как у радиаторов) мест, без горизонтального перемещения воздуха и т.п. Система водяного теплого пола позволяет в индивидуальном порядке задавать и поддерживать микроклимат в комнате и гибко реагировать на погодные и иные изменения. Для этого используются термостаты, расположенные в каждом помещении, или специальные устройства – климаткомпенсаторы.

Водяные теплые полы с успехом заменяют радиаторную систему отопления, причем не только в России, но и в Финляндии и Норвегии, где еще холодней.

При рациональном объемно-планировочном и конструктивном решении усадебный дом удачно сочетает в себе современный комфорт благоустроенной городской квартиры и природную непосредственность загородного жилища.

О РЕКОНСТРУКЦИИ И РАЗВИТИИ МИКРОРАЙОНА «МАЛОЭТАЖКА» В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ

Благиных Ж.М.

Научный руководитель: к.арх., доцент Благиных Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В преддипломном исследовании определены основные принципы формирования Малоэтажки как достаточно плотной, урбанистичной застройки, фланкирующей улицы. Средняя высота жилой застройки – 4-6 этажей.

В основе функциональной части концепции лежит идея насыщенной жизнедеятельности этой части города, которая будет реализована путём создания многофункциональной застройки, культурных заведений, равномерно распределённых торговых точек, большого количества кафе и офисов. Планировка и застройка должна вестись с учетом потребностей инвалидов и других маломобильных групп населения. Необходимо создать подземные и наземные места для комфортной парковки и хранения личного автотранспорта, в том числе с местами для личных автотранспортных средств инвалидов.

Важным является и то, что застройка будет вестись на территории с уже сложившейся топографией, особенности которой предопределены относительно ровной низменной частью, ограниченной городской магистралью, и высоким рельефом на северо-востоке. Поэтому в основу архитектурно-планировочной идеи реконструкции Малоэтажки положено сохранение топографии места, частично сложившейся сетки улиц, а также части исторической застройки (каменной 2-х, 3-х этажной).

Городская малоэтажная застройка обладает целым рядом достоинств. Она позволяет создать разнообразный по архитектуре и планировочным решениям жилой фонд, уютные сомасштабные человеку дворы, комфортную гуманную городскую среду. Основным экономическим требованием к планировочным решениям городской малоэтажной застройки является интенсивность использования городской территории. Эта интенсивность характеризуется показателем плотности застройки (m^2 общей площади/га) и составляет согласно градостроительным нормам проектирования 5300 для нашего региона. Наилучшие показатели плотности достигаются при переменной этажности застройки (2-4; 2-5; 2-6 этажей) и устройстве двухуровневых квартир в верхних этажах.

Использование застройки высокой плотности является целесообразным на территориях со сложным рельефом, слабыми грунтами и в условиях высокой сейсмичности. Для малоэтажной застройки высокой плотности применимы все основные типы многоквартирных домов – блокированные, секционные, коридорные и комбинированные структуры (см. рисунки 1,2,3).

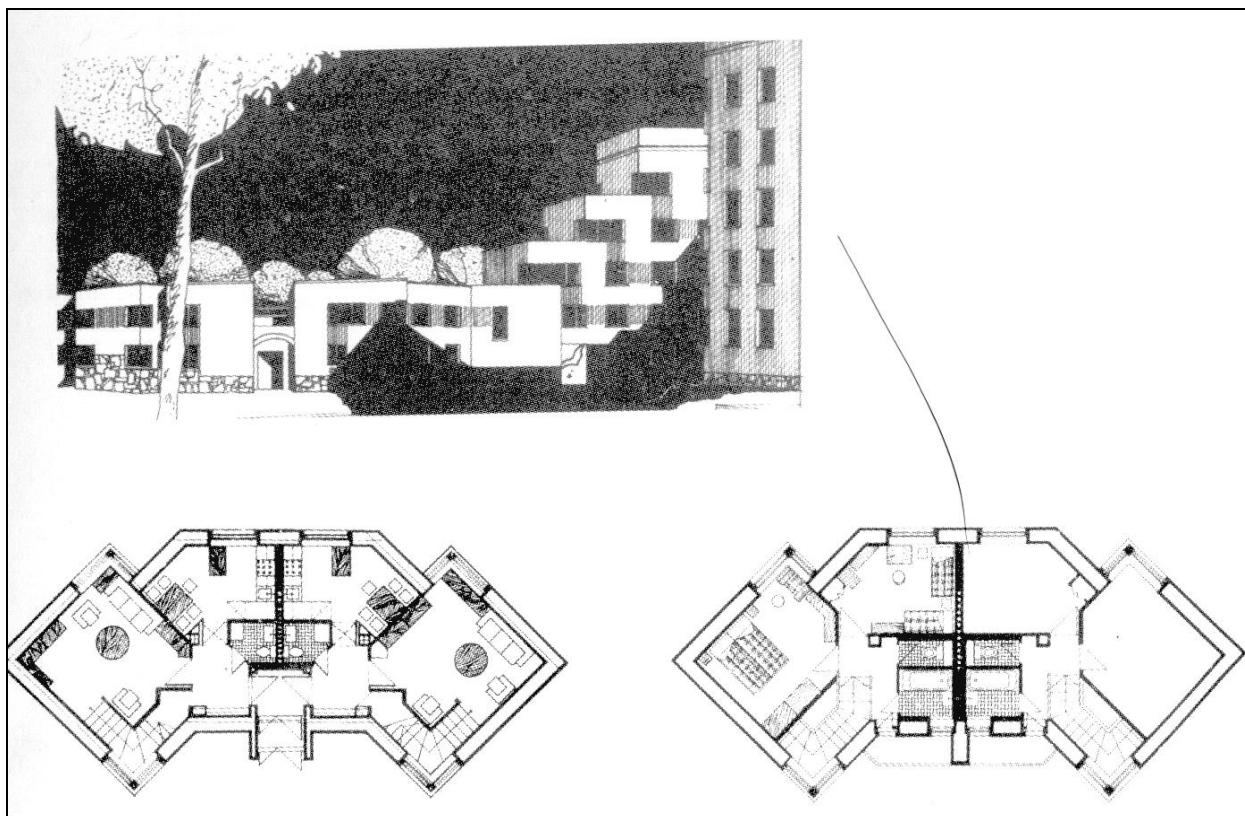


Рисунок 1 – Жилая застройка повышенной плотности
блокированного типа переменной этажности

Необходимым условием грамотной реконструкции застройки микрорайона «Малоэтажка» является решение следующих градостроительных задач:

1. Обеспечение функционального удобства, доступности, в том числе пешеходной:

- основные объекты находятся в пределах 10-минутной ходьбы от дома и работы;

- дружелюбный для пешеходов уличный дизайн (здания располагаются близко к улице, вдоль которой посажены деревья; улицы узкие и низкоскоростные; гаражи на заднем плане);

- некоторые улицы полностью пешеходные.

Радиус в 500 м образует радиус территории квартала. Он образует «соседство», общину, самоуправляемую единицу. Это соседство отличается от спальных районов тем, что оно управляется исходя из собственной достаточности и самоорганизованности. Оно не прикреплено к заводу, живёт и организуется с точки зрения удобства и привлекательности жителей. В него не загоняют, насильно не селят. Жители сами выбирают ту или иную общину для жизни и работы.

2. Обеспечение социального комфорта и безопасности движения:

- иерархия узких улиц, бульваров и аллей;

- высококачественная пешеходная сеть, делающая пешую ходьбу привлекательной;

- сеть качественной трамвайной дороги;
 - дорожный дизайн, стимулирующий использование велосипедов, ходьбы как ежедневного средства передвижения.
3. Организация открытых пространств и рекреационных зон:
- Миницентры со своим лицом у каждого квартала (часовня, площадь, административное здание, общественный центр, пункт торговли).
 - Сеть магазинов, офисов, апартаментов и семейных домов на одной улице.
4. Формирование архитектурно-художественного облика городской среды:
- Человеческий масштаб архитектуры (за счёт сбалансированного сочетания застроенных и свободных площадей, зданий переменной этажности).
 - Повышенная плотность. Как можно больше зданий, офисов, магазинов и предприятий сервиса располагаются близко друг к другу для облегчения пешеходной доступности, удобства, более эффективного использования ресурсов.
5. Создание экологического природного комплекса:
- Минимальный экологический вред от застройки и её функционирования.
 - Использование экологических технологий.
 - Приоритет местной продукции.
 - Больше прогулок – меньше вождения.

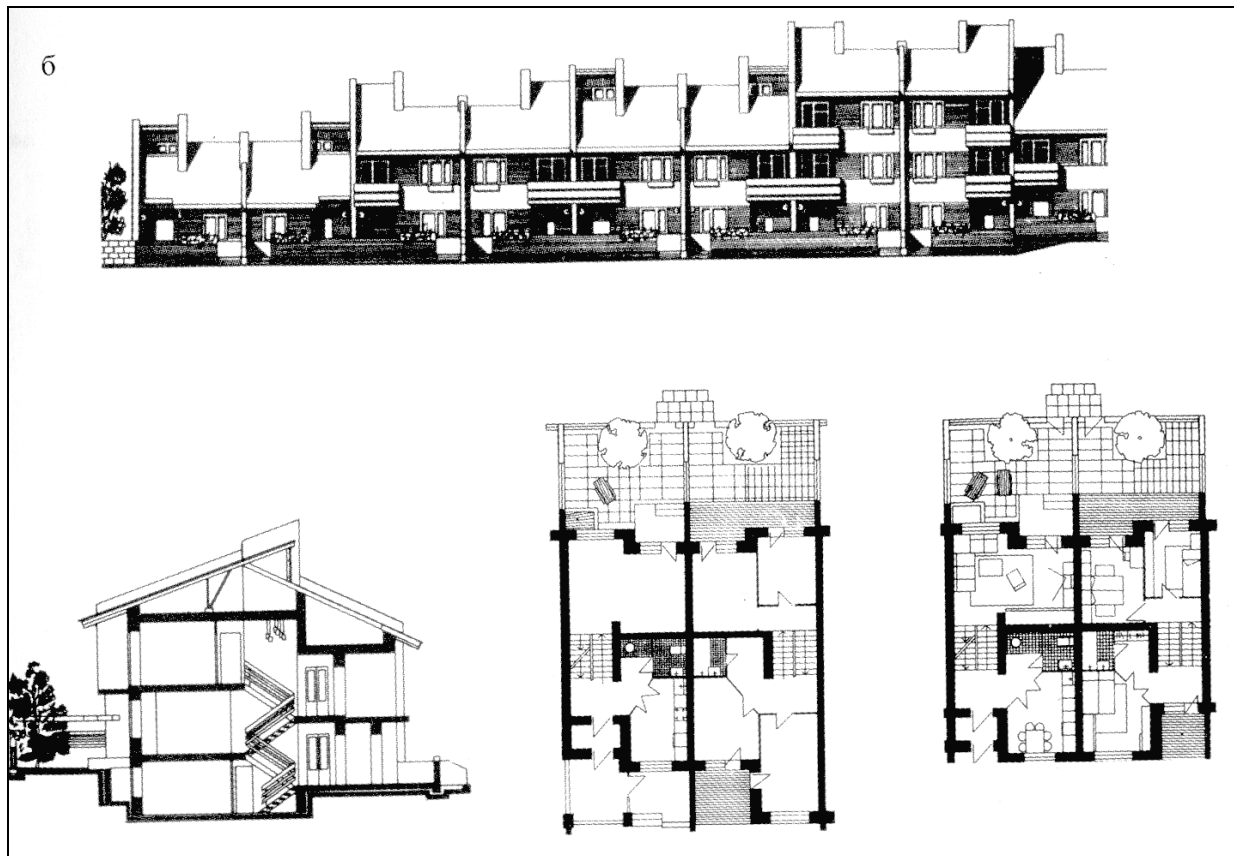


Рисунок 2 – Жилая застройка повышенной плотности рядовыми блоками

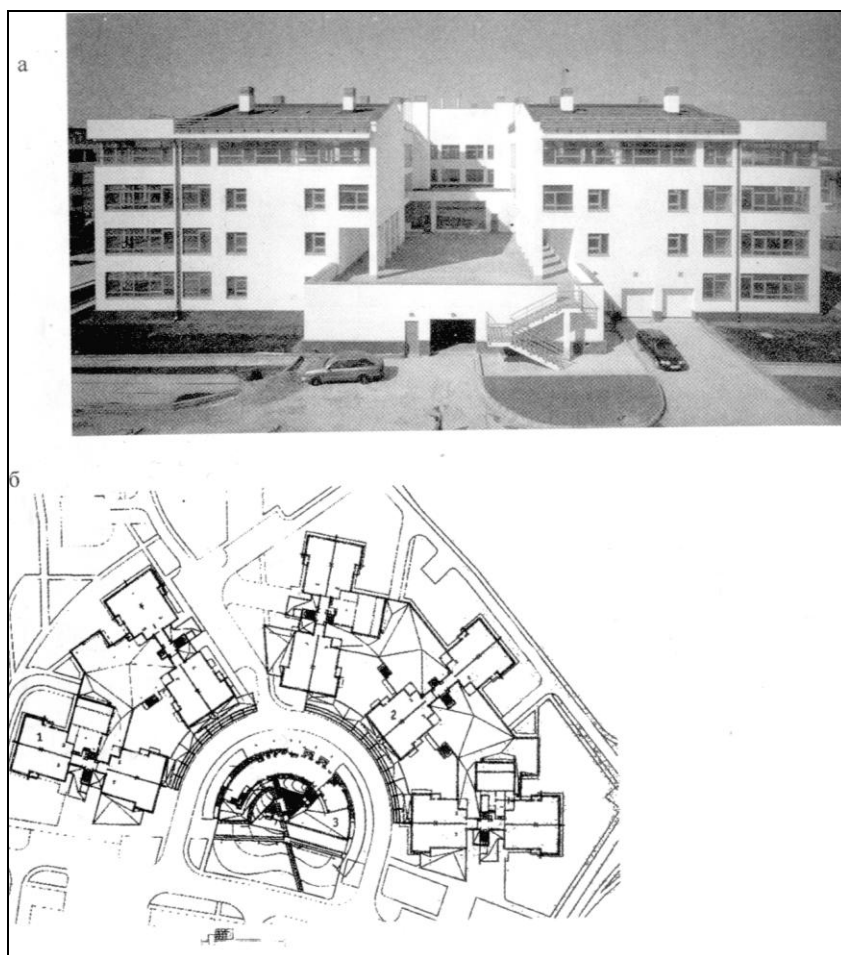


Рисунок 3 – Жилые блоки с общественным центром

Основными проблемами застройки Малоэтажки являются неартикулированность общественных пространств, низкое качество жилого фонда (чаще всего одноэтажные дома, бараки), недостаточная связанность и качество отдельных участков сетки улиц, низкий уровень благоустройства, а также отсутствие четкого разграничения общественного и частного пространств (между внутренним двором и внешним уличным пространством) характерное для периметральной квартальной застройки.

Концепция направлена на решение сразу нескольких задач – таких как создание четкой урбанистической ткани, ясной пространственной структуры, упрощение ориентации, придания улицам характера многофункциональных общественных пространств и т.д.

В качестве базового модуля урбанистической ткани предлагается ограниченный с четырех сторон городскими улицами небольшого размера квартал с различным характером застройки периметра – в зависимости от месторасположения. Квартал, в свою очередь, может быть подразделен на кластеры – более мелкие группы застройки. Формирующие периметр здания задают конфигурацию и иерархию открытых пространств: общественные располагаются по наружному периметру квартала или кластера, а частные внутри.

Стратегия улично-дорожной сети должна исправить ситуацию,

связанную с недостаточной доступностью районных и городских объектов. Это станет возможным с изменением профиля основных улиц с учетом приоритета общественного транспорта и пешеходного движения. На новых улицах должны появиться выделенные полосы для разных форм движения: пешеходного, велосипедного, автомобильного, общественного транспорта.

Важно не только увеличить общее количество жилых и офисных площадей, но и создать позитивный имидж этого микрорайона. Поэтому в основе концепции современной Малоэтажки лежит также принцип открытости и интеграции в жизнь и облик Кузнецкого района и города в целом.

УДК 728.27

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТАЛЛОКАРКАСА В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ (НА ПРИМЕРЕ ЖИЛОГО 12-ТИ ЭТАЖНОГО ДОМА В Г. МЕЖДУРЕЧЕНСКЕ)

Романова А.К.

Научный руководитель: доцент Андросова И.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Одним из наиболее значимых аспектов в жизни каждого человека является собственное жилье. Не случайно президент Российской Федерации в числе четырех приоритетных национальных проектов государственной политики назвал «Доступное и комфортное жилье», целью которого является формирование рынка жилья и обеспечение комфортных условий проживания гражданам России.

Потребность в новом строительстве в Кемеровской области по-прежнему велика и на данный момент составляет 8-12 миллионов квадратных метров. Основная причина: объемы строительства жилой недвижимости все еще значительно отстают от потребностей, а качество существующего жилищного фонда катастрофически ухудшается. Остро стоит в Кузбассе проблема ветхого и аварийного жилья - более 10 тысяч семей проживают в аварийных домах и бараках, подлежащих сносу, 14 тысяч семей живут в зоне горных выработок закрытых шахт. На сегодняшний день в очереди на получение жилья стоит 104 тысячи кузбасских семей - практически каждая восьмая семья нуждается в улучшении жилищных условий. По оценкам специалистов, для удовлетворения общей потребности населения в жилье при существующих темпах строительства потребуется не менее 15 лет. Кроме того, часто строители отдают предпочтение элитному жилью, приобрести которое люди среднего достатка просто не в состоянии, несмотря на льготные жилищные ссуды и ипотечное кредитование. Недостаток доступного жилья приводит к неизбежному росту его стоимости. Следовательно, для того чтобы выполнить поставленную президентом задачу, в кратчайший срок необходимо активизировать рынок жилищного строительства. Причем важно не только строить больше жилья, но и сделать его доступным для большинства

кузбассовцев.

Многие строительные компании Кемеровской области, занимающиеся жилищным строительством, уже начали учитывать изменение ситуации на рынке, предоставлять конкурентоспособные услуги и осваивать новые строительные технологии, способные принести прибыль предприятию и ощутимую пользу Кузбассу.

Одной из новейших строительных технологий, позволяющих повысить этажность зданий (до 22 этажей), значительно сократить сроки строительства и трудозатраты, снизить стоимость жилья, является возведение комплектных каркасных домов. Каркасное домостроение предназначено для сравнительно быстрого возведения комфортного жилья. В основе такого дома - монолитный железобетонный фундамент на свайном основании, металлический каркас и монолитные или сборные железобетонные перекрытия. Так как металлоконструкции изготавливают на заводах, оснащенных специальным оборудованием, а монтаж осуществляют с использованием высокопроизводительной техники, качество построенного жилья обеспечено. Наружные стены выполняются из сборного железобетона, кирпича или других материалов. Большое свободное пространство между колоннами обеспечивает свободную планировку, что существенно повышает комфортность жилья. Особенности технологии каркасного строительства дают возможность значительно уменьшить материалоёмкость и массу здания (по сравнению с кирпичными зданиями такой же этажности или зданиями из сборного железобетона) и, как следствие, сократить сроки строительства и трудозатраты.

Кроме того металлоконструкции обладают еще одним важным преимуществом - высокой сейсмоустойчивостью (до 8 баллов). Отсутствие несущих перегородок внутри помещения позволяет делать практически неограниченное число вариантов планировки квартир, все зависит только от фантазии проектировщиков и платежеспособности собственников жилья. Причем в любой момент по желанию клиента можно изменить планировку квартир и их набор в доме. Производство и поставку подобных домов в нашем регионе осуществляет Группа «Кузнецкие Металлоконструкции», на счету которой изготовление и монтаж тысяч тонн металлоконструкций для возведения или реконструкции зданий КМК, ЗСМК, Норильского ГМК, Карагандинского металлургического завода, Саянского алюминиевого завода, Иркутской ТЭЦ, шахтоуправления «Антоновская», «Алтайкокс» (Заринск), ЦОФ «Распадская», «Бачатская», «Заречная» и многих других. А также изготовление металлокаркасов для жилого 22-этажного дома в Новосибирске, 14-этажного дома в Самаре, в Кемерово, Дворца спорта Кузнецких Металлургов (Новокузнецк), строительство в городе Новокузнецке жилого комплекса «Три Богатыря» и других жилых комплексов по технологии каркасного дома.

С каждым годом проблема экологической безопасности в Кузбассе приобретает все большую актуальность. Однако новая технология в этом отношении безупречна, что подтверждает характеристика применяемых материалов. В зданиях, построенных с применением металлического каркаса, фасады могут быть отделаны любым материалом: кирпичом, сайдингом,

профилированным листом, штукатуркой или гипсокартоном. Чаще всего применяется технология «вентилируемого фасада» - многослойная теплоизоляционная система наружных стен, в качестве обшивки используются асбоцементные листы или керамогранит, то есть материалы нейтральные и абсолютно безвредные для человека. Конструкция здания обеспечивает значительное сокращение потерь тепла при эксплуатации по сравнению с крупнопанельным домом, так как полностью избавляет от проблем с межпанельными швами. Кроме того, каркасная технология позволяет соблюдать чистоту на строительной площадке и не наносить ущерб природе.

Что же касается надежности и долговечности комплектных каркасных домов, то здесь, как говорится, любые комментарии излишни. Metalлоконструкции практически не подвержены воздействию атмосферных осадков и биологических процессов, срок их службы составляет не менее 100 лет. Кроме того, для повышения долговечности каркасов разработаны и успешно действуют антикоррозийные программы, металлоконструкции покрываются специальными материалами и импортными эмалевыми красками. Нужно отметить, что монтаж таких домов может проводиться в любое время года без ущерба для качества. Поскольку в технологическом процессе отсутствуют так называемые «мокрые» процессы, дожди и минусовая температура воздуха не оказывают серьезного влияния на ход строительства. Каркас высотного дома строители могут смонтировать за 12 месяцев, тогда как кирпичный дом такой же этажности будет строиться вдвое дольше.

Каркасное домостроение постепенно завоевывает в Кузбассе все новых и новых поклонников, постепенно превращаясь из чего-то экзотического в привычное и общепринятое. Немаловажное значение имеет тот факт, что основная часть строительных материалов, используемых в каркасном домостроении, производится в Кемеровской области. Градообразующие строительные организации Кузбасса уже признали актуальность строительства каркасных зданий для жилья, поскольку именно такая технология обеспечивает гибкость планировки, позволяет применять облегченные ограждающие конструкции по краю перекрытий и удешевлять стоимость жилья. В промышленном и жилищно-гражданском строительстве региона - будущее за каркасно-стеновыми и каркасно-панельными многоэтажными жилыми домами.

Жилой 12-ти этажный дом, состоящий из двух блок-секций со встроенно-пристроенными магазинами и офисами, в квартале «А» западного района г. Междуреченска является примером эффективного использования металлокаркасов в гражданском строительстве. Дом соответствует требованиям современного человека и заметно отличается передовыми проектными решениями. В основе строительства использована технология несущего металлического каркаса, состоящего из трех основных элементов: вертикальных колонн, несущих металлических балок, монолитных перекрытий. Объемное решение корпуса - симметричное с нарастанием объема к нижней части жилого жема за счёт размещения на первом этаже магазинов и офисов. Завершает объём жилого дома технический этаж (размещение машинных помещений лифтов). Архитектура фасадов построена на сочетании вертикальных и горизонтальных объёмов; сплошного остекления лоджий и витражей в

магазинах и офисах и глухих плоскостей стен здания.



Квартиры обеспечены всеми видами инженерного оборудования: водопроводом, канализацией, горячим водоснабжением, отоплением, электроснабжением, слаботочными устройствами. В каждой секции жилого дома предусмотрены 2 лифта грузоподъемностью: 400кг и 630кг; незадымляемая лестничная клетка первого типа (Н-1) с поэтажным переходом из коридора через воздушную зону (лоджию), а также мусоропровод. Всего в секции предусмотрено 55 квартир (5 квартир на этаже). Соотношение квартир: 2-х комнатных – 33 шт.; 3-х комнатных – 22 шт.

Жилой дом выполнен из двух отдельно стоящих 12-ти этажных башен, со встроено-пристроенными магазинами и офисами в цокольной части. Первый этаж нежилой. Каждая блок-секция размером в плане 29,6м х 28,0м с металлическим каркасом (колонны), монолитными железобетонными перекрытиями из бетона класса В15. Стены в здании кирпичные самонесущие с утеплением и наружной облицовкой, выполнены из кирпича марки М100 на цементно-песчаном растворе М50 толщиной 250мм. Наружные стены – многослойные с вентилируемым фасадом системы «КРАСПАН».

Сегодня можно с уверенностью утверждать, что металл в жилищном строительстве становится не менее востребованным материалом, чем дерево, кирпич и железобетон. Практика показывает, что эксплуатационные характеристики домов из металлоконструкций абсолютно не уступают, а по ряду показателей даже превосходят аналогичные параметры зданий из традиционных материалов. Ведь долговечность, надежность и практичность металлокаркасных домов в сочетании с высокой эстетикой и комфортом уже оценили многие наши соотечественники во всех регионах России.

Библиографический список

1. Металлокаркасное строительство: Как реализовать государственный проект «Доступное и комфортное жилье - гражданам России»// Деловой Кузбасс - Новый Век. - 2006. - №3.

2. Гришина Е. Металлокаркас - жизнь в металле // [Электронный ресурс]. – Электрон. журн. – 2010. – 16 фев. - Режим доступа: <http://www.alldoma.ru/metallokarkas/metallokarkas.html>

**ПРИМЕНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ СЕРИИ 1.020.1-2С
ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ
В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ**

Черных И.А.

Научный руководитель: к.т.н. Алешина Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Разработан проект девятиэтажного двухсекционного сблокированного жилого дома в г. Прокопьевске.

Проектируемый объект представляет собой две равноценные девятиэтажные жилые блок-секции, с размерами в плане 19,8×12 метров. С высотой этажа – 3,00 метра, технического подполья – 1,70 метра.

В проекте рассмотрены вопросы по озеленению и благоустройству территории вокруг жилого здания. Предусматривается дворовая территория, которая располагается в центре участка. Она включает в себя детскую площадку, площадку для отдыха взрослого населения, стадион для занятий спортом, площадку для хозяйственных нужд, автостоянку, а также прогулочные пешеходные дорожки. На территории проектируемого здания располагается проезжая часть, предназначенная для удобства подъезда автомобилей.

Здание каркасного типа, работает по рамно-связевой схеме. Все горизонтальные и вертикальные нагрузки воспринимают рамы совместно с диафрагмами жесткости. Для проектирования использованы конструкции серии 1.020.1-2с (конструкции каркаса межвидового применения многоэтажных общественных зданий, производственных и вспомогательных зданий промышленных предприятий для строительства в районах сейсмичностью 7,8,9 баллов). Это позволяет избежать традиционных проблем, присущих панельному домостроению (например, стесненность помещений) и дает большую свободу для планировки. Принятый размер планировочной ячейки 6,0х 6,6 м при высоте этажа 3,0 м практически не ограничивает варианты планировочных решений квартир.

Стеновое ограждение представляет собой сборную железобетонную панель толщиной 120 мм с поэтажной разрезкой и системой утепления фасадов «Церезит», что представляет собой утеплитель «Пеноплекс» толщиной 130 мм и декоративную штукатурку по армирующей сетке. Теплотехнический расчет наружных стен показал, что рассчитываемая ограждающая конструкция удовлетворяет требованиям тепловой защиты здания.

В проекте рассчитаны следующие виды железобетонных конструкций:

- сборная панель перекрытия;
- железобетонный ригель;
- колонна;
- свайный фундамент.

Плита перекрытия принята круглопустотная, изготовленная из бетона класса В20. Плита армируется горизонтальными сварными сетками и плоскими

каркасами, установленными на опорных участках.

Ригель изготавливается из бетона класса В25. Принятая расчетная схема ригеля в виде двухпролетной неразрезной балки позволяет более рационально распределить нагрузки и оптимизировать армирование ригеля, что приводит к экономии материала. Ригель работает как элемент плоской рамы каркаса и предназначен для опирания многопустотных плит перекрытия. Поперечное сечение - тавровое с полками для опирания панелей перекрытия. Верхние приопорные зоны ригеля предусматриваются оголенными с выступающими замкнутыми хомутами. Эти зоны после установки в них опорной продольной арматуры ригеля, установки хомутов в узле ригель-колонна и прокладки армирующих каркасов в швах между панелями перекрытия, замоноличиваются тяжелым бетоном класса В25.

Жесткий стык ригеля с колонной осуществляется путем монтажной сварки закладных деталей ригеля с металлическими консолями колонны и ванной сварки опорных рабочих стержней ригеля с выпусками арматуры колонны (рис.1).

Колонна принята квадратного сечения с размерами 400×400 мм, изготовленная из бетона класса В25. Армирование колонны производится пространственными сварными каркасами. В оголовке и в местах расположения консолей предусмотрены сетки косвенного армирования.

Стык колонн – жесткий, осуществляется при помощи сварки выпусков продольной арматуры и закладных деталей через центрирующую прокладку.

На основании грунтовых условий принят свайный фундамент. Свая принята висячая забивная. Длина сваи равна 12 метров, свайный куст состоит из 4-х свай. Ростверк изготавливается из бетона класса В20. Подошва ростверка армируется сетками. В подколоннике фундамента устанавливаются вертикальные каркасы и сетки косвенного армирования.

Разработан календарный план производства работ, который включает в себя сетевой график и графики движения материальных и людских ресурсов. Строительство выполняется поточным методом. Монтаж каркаса, устройство фундаментов выполняется в одну захватку. Устройство кровли, наружная отделка и внутренние работы выполняются в две захватки. Общая продолжительность строительства составила 222 дня.

Запроектирован стройгенплан на период возведения надземной части здания. На стройгенплане предусматриваются возводимое здание, временные здания и сооружения, постоянные, временные и проектируемые сети. Монтаж конструкций производится башенным краном МСК-10-20. Для освещения строительной площадки в темное время суток предусматриваются прожекторы, для обеспечения пожарной безопасности – 4 пожарных гидранта.

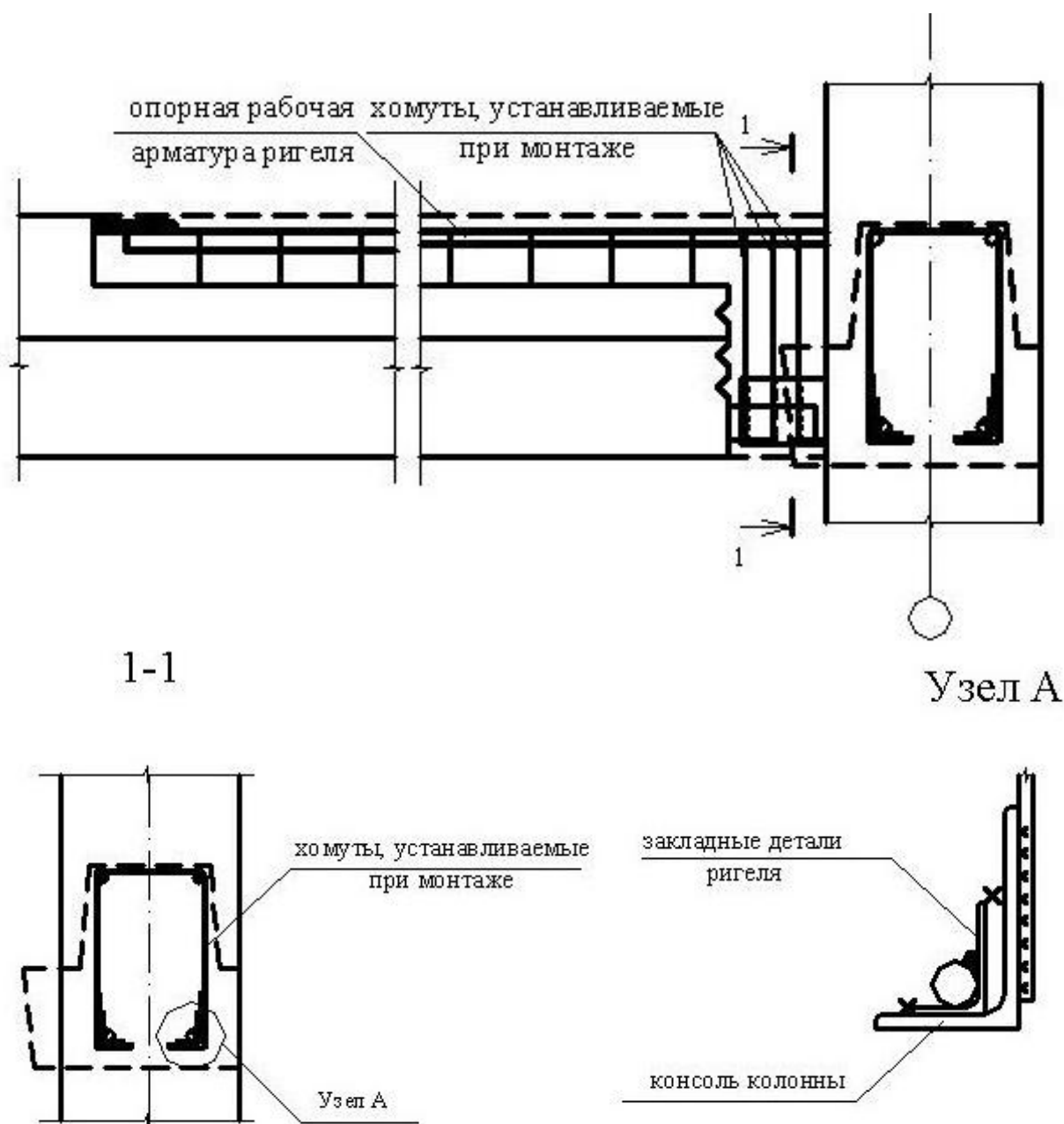


Рисунок 1 – Стык ригеля с колонной

В проекте подробно освещены вопросы по безопасности и экологичности строительства. Предложены мероприятия по технике безопасности, по производственной санитарии, по охране окружающей среды. Разработана система мер по обеспечению безопасности при чрезвычайных ситуациях.

По состоянию на май 2010 года сметная стоимость строительства составила 94 млн. 960 тысяч рублей. Стоимость 1-го квадратного метра площади здания составляет 23 тысячи 131 рубль.

ПРИМЕНЕНИЕ ПАРКОВОЧНЫХ СИСТЕМ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ И ВОЗВЕДЕНИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ В Г.НОВОКУЗНЕЦКЕ

Евтушенко П.В.

Научные руководители: к.т.н. Алешин Д.Н., к.т.н., доцент Ерилова Т.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Сегодня мы часто слышим в новостях, читаем в газетах, а также нередко сами становимся свидетелями неправильной парковки автомобилей. Автомобилисты оставляют свои транспортные средства на газонах, детских площадках, заставляют пожарные проезды. На вопрос: «Почему вы нарушаете правила парковки?» мы слышим ответ: «Поставить больше некуда!» Этот ответ справедлив, большинство застроек в городах во время проектирования не рассчитывались на такой быстрый темп урбанизации.

Практически каждая современная семья имеет автомобиль, для которого необходимо место для его стоянки и технического обслуживания. Каждый человек хочет оставить свой автомобиль как можно ближе к дому. В странах Европы давно уже решают вопрос стоянки автомобилей. И для этого разработаны и разрабатываются системы автоматической парковки, парковочные платформы, модульные автостоянки.

Легковозводимая конструкция «EasyRaise» (рис. 1, 2) служит для парковки от 8 до 800 автомобилей. Время монтажа - 4 дня. Готовые блоки собираются как конструктор. Подходит как для временных, так и для постоянных решений.



Рисунок 1 – Быстровозводимая модульная автостоянка EasyRaise



Рисунок 2 – Быстровозводимая модульная парковка Easy Raise

Габариты стандартного автомобиля: длина 5050мм, ширина 2040мм, высота 1550мм, вес 1850кг. Возможно проектирование парковки автоматического типа под автомобили других габаритов.

Автоматизированная парковка ELEVATOR (рис. 3) занимает площадь трех автомобилей, позволяет парковать до 44 машин.

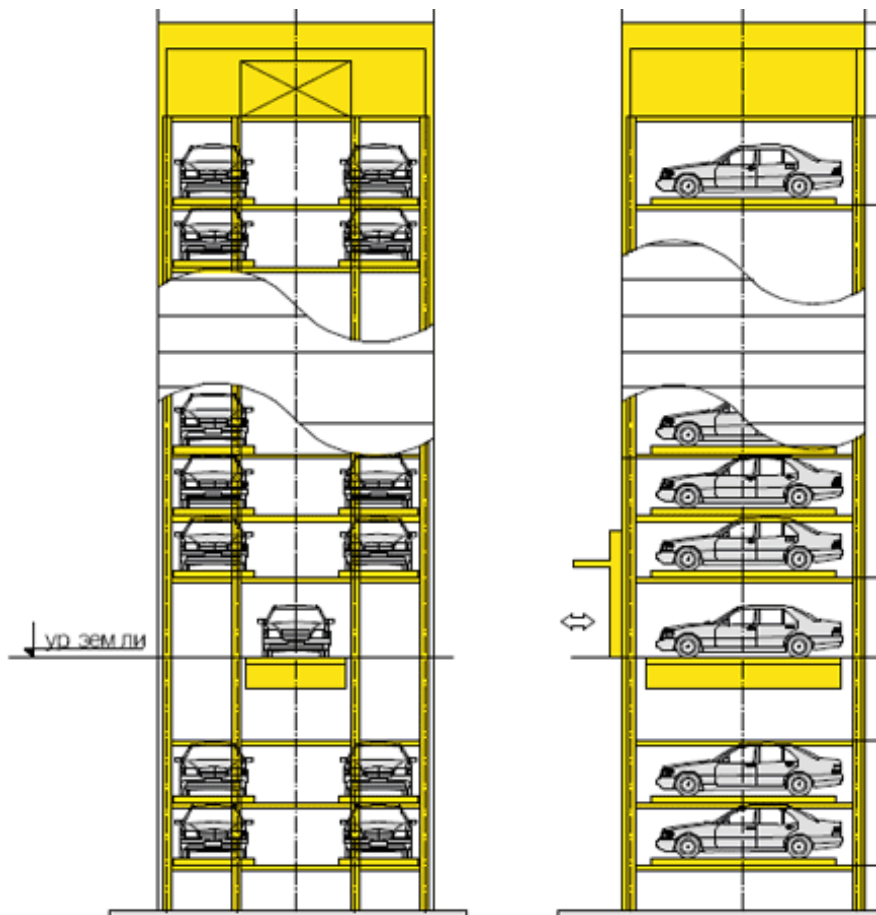


Рисунок 3 – Система автоматической парковки Elevator

В системе автоматической парковки Elevator для вертикального перемещения автомобиля применяется новейшее высокоскоростное лифтовое устройство, слева и справа от которого располагаются машиноместа. Механизированная парковочная система рассчитана на парковку стандартного автомобиля, однако, может быть учтена возможность парковки крупногабаритных автомашин, если это потребуется в соответствии с условиями проекта.

В настоящее время разработано множество других автоматических и полуавтоматических парковочных систем.

В проекте монолитного жилого дома в г. Новокузнецке рассмотрен один из возможных вариантов применения независимых и зависимых лифтов подъемников. В гражданском строительстве применяются 2 системы – это система METRO автомобильный лифт-подъемник (рис. 5) и независимые лифты-подъемники KIPPAK (рис. 4). В независимых парковочных системах KIPPAK въезд/выезд автомобилей осуществляется независимо. Управление парковкой осуществляет водитель. Обязательно наличие приямка.

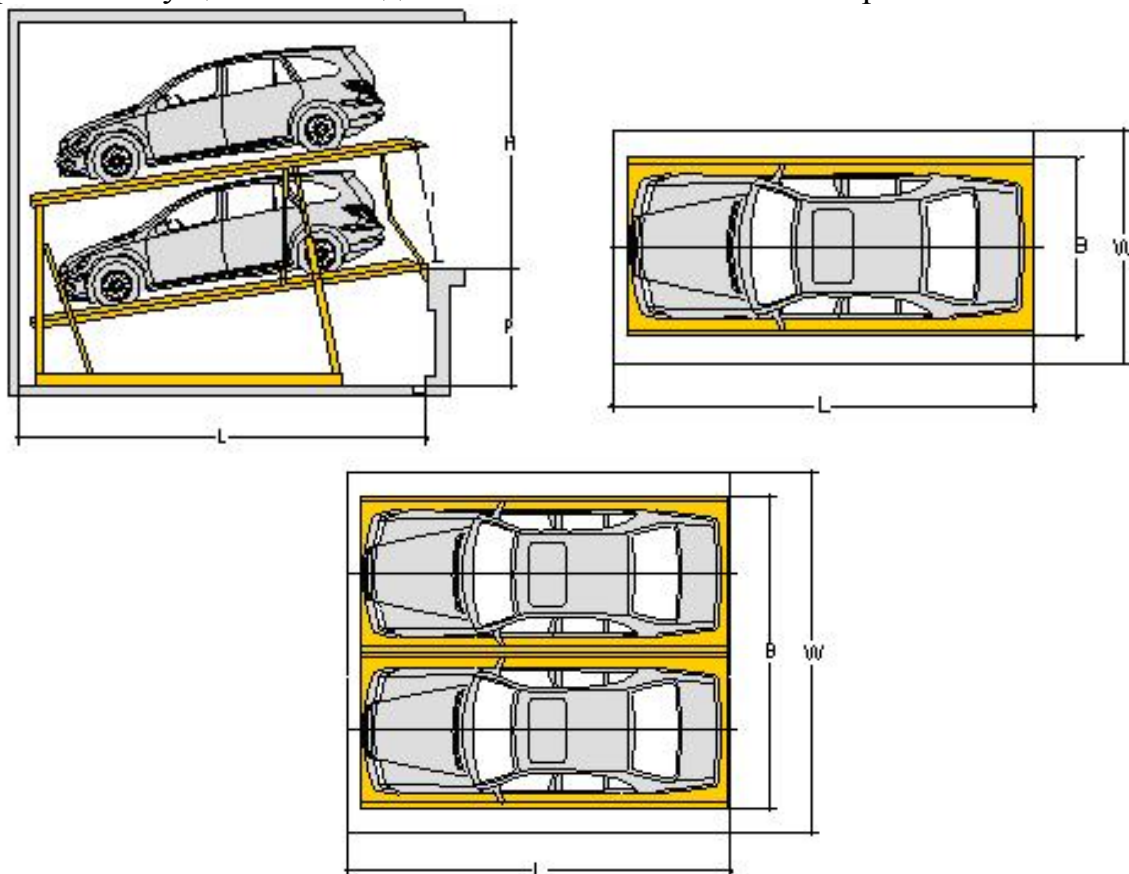


Рисунок 4 – Конструкция парковочной системы фирмы KipPark

Таблица 1 – Характеристики независимой парковочной системы KipPark

Модель	I (мм)	P (мм)	H (мм)	W (мм)	B (мм)	L (мм)	Грузопод. на 1 автомобиль (кг)	Электро- двигатель
KIPPAK K2	1550	1500	3200	2700	2400	5400	2000	4 кВт, 380 В
KIPPAK K4	1550	1500	3200	5000	4700	5400	2000	4 кВт, 380 В

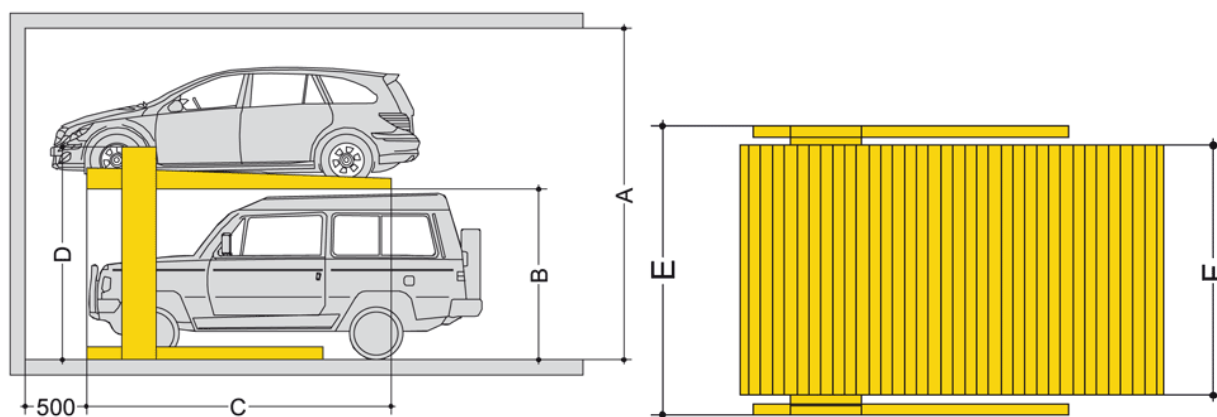


Рисунок 5 – Конструкция парковочной системы Metro от Citi

Таблица 2 – Характеристика парковочной системы Metro от Citi

Модель	A (мм)	B (мм)	C (мм)	D (мм)	E (мм)	F (мм)	Грузопод. на 1 автомобиль (кг)	Электро- двигатель
KIPARK K2	3660	2000	3850	2570	2460	2300	3000	2.2 кВт, 220 В / 3 кВт, 380 В

Площадь участка, выделенного под строительство девятиэтажного жилого дома, составила 660 м², габариты здания по осям 31,6×18 м. На типовом этаже располагается 5 квартир: две четырёхкомнатные площадью по 67 м², две трёхкомнатные по 56 м² и одна однокомнатная 48 м². На первом этаже предусмотрена парковка, с площадью 375 м², на ней можно разместить 22 автомобиля. Предусмотрена установка принудительной вентиляции. Над парковкой предусмотрен технический этаж с системами автоматического пожаротушения. Стоимость одного парковочного места, по ценам на ноябрь 2009 года составляла 250-300 тыс. рублей.

УДК 728.8

ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ ЖИЛОЙ ДОМ КОТТЕДЖНОГО ТИПА

Алешин Н.Д.

Научные руководители: доцент Матехина О.В.,
к.т.н., доцент Ерилова Т.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время в строительстве зданий в России и за рубежом выявилась тенденция к строительству индивидуального жилья. Причиной этого является стремление людей к более комфортным условиям проживания.

Основная цель работы - разработка планировочного и конструктивного

решения дома, в котором я бы хотел жить со своей семьей в загородной зоне.

Для этого были решены следующие задачи:

- разработка объемно-планировочного решения;
- разработка конструктивного решения;
- планировка участка.

Объемно-планировочное решение.

Здание прямоугольное в плане, с размерами по наружным осям 10,8 м х 13,16 м, трехэтажное. Высота первого и второго этажей – 3 м, цокольного - 2,8 м. Общая высота здания 9,5 м. Общая площадь здания - 369,0 м², жилая площадь - 148,5 м², строительный объем составляет 1075,0 м³.

Тенденция современного строительства – эргономичность пространства и правильное использование полезной площади. Поэтажная планировка в доме соответствует сложившейся традиции расположения помещений общего пользования на первом этаже, а спальни – на втором. В цокольном этаже размещаются хозяйственно-бытовые помещения и сауна с душевой комнатой. Первый этаж отведен под зону дневного пребывания хозяев и приема гостей. Состав помещений учитывает все потребности гостей и хозяев. На втором этаже запроектирована интимная зона со спальными комнатами и всеми необходимыми удобствами.

Войдя через парадный вход, мы попадаем в холл, который сообщается со всеми помещениями первого этажа. Справа находится просторная гостиная с камином, слева – кухня-столовая; прямо – лестницы, ведущие во второй и цокольный этажи здания. Под лестницей расположен гостевой санузел. Общая площадь первого этажа составляет 124,75 м².

Поднявшись по лестнице на второй этаж, мы также попадаем в холл, из которого имеется выход на балкон и во все помещения, расположенные на втором этаже.

На втором этаже расположены:

- спальня для хозяев, площадью 17,6 м²,
- детская комната, площадью 11,4 м²,
- спальня для гостей, площадью 17,6 м²,
- музыкальная комната, площадью 26,4 м²,
- отдельный санузел.

Из хозяйской спальни и спальни для гостей предусмотрены выходы на балкон. Общая площадь второго этажа - 122,15 м².

Спустившись вниз по лестнице с первого этажа, мы попадаем в цокольный этаж, в котором расположены гараж, кладовая, котельная, санузел и сауна. Въезд в гараж осуществляется через ворота. Для того, чтобы предотвратить попадание в гараж атмосферных осадков (дождя, снега), въезд в гараж перекрыт прозрачным пластиком.

Фасады здания решены рационально, строго, и в тоже время очень индивидуальны, благодаря оформлению порталом с балконом парадного входа и наличию эркеров.

Для придания зданию большей архитектурной выразительности, на первом этаже по оси А симметрично относительно входа расположены эркеры. По оси 5 предусмотрен эркер по высоте всего здания, а по оси Г в средней

части здания для размещения санузлов имеется выступ. Таким образом, каждый фасад не повторяет другой. Над входом в дом на втором этаже расположен полукруглый балкон, придающий зданию легкость. Балкон также выполняет роль козырька.

Покрытие дома чердачного типа. Водосток – наружный, решается с помощью желобов и водосточных труб. По периметру здания предусмотрена отмостка шириной 1 м.

Естественное освещение помещений осуществляется с помощью оконных проемов высотой 1,5 м. Оконное заполнение предусмотрено в виде деревянных блоков со стеклопакетами.

Наружная отделка дома выполнена из облицовочного кирпича.

Конструктивное решение.

При многообразии конструкций домов и материалов, из которых их строят, все они характеризуются общими показателями: долговечность, массивность, стоимость, трудоемкость возведения. Конструкции индивидуальных домов условно делятся на две большие группы:

1 – дома со стенами из натурального или искусственного камня;

2 – деревянные дома или построенные на основе дерева.

Конструкции первой группы характеризуются долговечностью и высокой огнестойкостью. Дома с кирпичными стенами имеют хороший микроклимат и рекомендуются к возведению в любой климатической зоне. Основным недостатком таких конструкций является их большой собственный вес, что требует устройства более мощных фундаментов под несущие стены. Конструкциям второй группы характеризуются малой массой, легкостью обработки и возведения. Основное достоинство – прекрасный микроклимат. К недостаткам относятся низкая огнестойкость и подверженность гниению.

В данном проекте решено принять стеновую конструктивную схему дома с несущими продольными и поперечными кирпичными стенами. Толщина наружных стен – 640 мм, что обеспечивает не только несущую способность, но и достаточную теплоизоляцию, а также позволяет произвести необходимую заделку плит междуэтажного перекрытия. Толщина внутренних стен – 380 мм, из условий прочности и опирания плит перекрытия. Привязка разбивочных осей по наружным стенам составляет 200 мм от внутренней грани стены; по внутренним несущим стенам привязка осей центральная.

Пространственная жесткость здания обеспечивается несущими наружными и внутренними поперечными стенами, связанными с наружными продольными стенами, а также междуэтажными перекрытиями, связывающими стены и разделяющими их по высоте здания на отдельные ярусы.

Перекрытия приняты монолитные железобетонные, толщиной 120 мм. Плита перекрытия опирается по контуру на несущие стены и работает в двух направлениях.

Фундаменты под несущие стены дома приняты ленточные, монолитные железобетонные. Высота фундамента составляет 600 мм. Дно котлована под здание отсыпано шлаком толщиной 150 мм.

Покрытие здания чердачного типа по стропильной схеме из деревянных конструкций. Стропила, стойки, подкосы, лежень, мауэрлат, коньковый брус -

из брусьев, настил в виде обрешетки – из досок. Кровля – металлочерепица.

Планировка участка.

Дом строится в пригородной зоне, имеющей сообщение с городом автомобильным транспортом.

Размеры участка 55 м x 55 м, его общая площадь - 3025м².

Участок огорожен металлической оградой, которая крепится к кирпичным столбам. Въезд на участок осуществляется через ворота. Для пешеходов предусмотрена калитка.

По периметру забора насажены декоративные кустарники, у задней ограды и по участку посажены хвойные деревья.

Дорожки вымощены плиткой. По краям дорожек уложен бордюрный камень.

Для занятий физкультурой и спортом предусмотрена спортивная площадка, утреннюю пробежку можно осуществить по аллеям участка.

Для отдыха запроектированы две закрытые беседки, расположенные среди клумб с цветами и газонной травы. Рядом с беседками расположен пруд.

Освещение осуществляется фонарями, установленными перед входом в дом и по участку.

УДК 725. 856

АКТУАЛЬНОСТЬ СТРОИТЕЛЬСТВА СПОРТИВНЫХ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ

Антипова Ю.А.

Научный руководитель: к.т.н. Андросова И.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

«Игра-это дар природы, спорт - изобретение человека»
Клод Анэ

Занятия спортом способствуют совершенствованию нравственного облика человека. Пожалуй, нигде не проявляется так единство физических и нравственных сил человека как в правильных занятиях спортом. Чем разностороннее спортивная деятельность человека, тем плодотворнее она для него в культурном отношении, и, наоборот, чем более односторонние занятия спортом, направленные на развитие лишь какого-либо одного спортивного навыка, тем меньше их положительное общекультурное влияние на человека.

Всё вышесказанное свидетельствует об актуальности строительства спортивных комплексов. Это поможет решить одну из многочисленных социальных проблем - занятость детей, подростков, а также взрослых людей в свободное время.

В данном направлении активно работают власти нашего города, в настоящее время в городе действует «Целевая Программа развития физической культуры и массового спорта по месту жительства «Новокузнецк-Спортивный»

на период (2007-2010 г.г.)», нормативно-правовые отношения, возникшие при реализации настоящей Программы, определяются Федеральным законом «О физической культуре и спорте в РФ», Законом Кемеровской области «О физической культуре и спорте в Кемеровской области», Уставом города Новокузнецка. В настоящее время в городе функционируют 427 спортивных сооружений, среди которых 2 ледовых дворца спорта, 4 стадиона, 8 плавательных бассейнов, 156 спортивных залов.

Следует отметить, что актуальность данной проблемы осознают и частные предприниматели, более того принимают активное участие в ее решении.



Так, 26 февраля 2010г. в г. Новокузнецке состоялось торжественное открытие городского теннисного центра на улице Спартака, 3, построенного на частные средства. Первого марта на его базе начала работать Детско-юношеская спортивная школа по теннису. Событие для города по истине знаковое. Специалисты уверяют, что

спортивных сооружений такого уровня нет во всей Сибири, да что там говорить, во всей России, не считая Москвы, ему нет аналогов! - уверяет генеральный директор центра Екатерина Соломатина. - Потому что главные требования, которые предъявляются к любой теннисной площадке, - это пол и свет. Четыре закрытых корта оборудованы специальным покрытием и немецким комбинированным освещением. Благодаря этому Новокузнецк сможет проводить у себя турниры высших категорий. Всероссийский теннисный турнир среди детей из 19 городов страны уже состоялся здесь с 22 по 26 февраля.

Как уже говорилось выше, под крышей комплекса расположены сразу четыре теннисных корта, кроме того планируется строительство еще двух открытых кортов. Центр построен с применением самых современных технологий.



Например, для перекрытий использованы специальные деревянные строительные конструкции. Они не уступают по прочности металлическим, но более лёгкие. Здесь установлены системы

автоматической вентиляции и кондиционирования. Они позволяют при любой погоде поддерживать комфортную температуру для занятий спортом. На кортах — профессиональное теннисное покрытие. Это позволит принимать

соревнования самого высокого уровня. Игра на таком корте комфортна и исключает травмы спортсменов. В центре созданы достойные условия для спортсменов и тренеров — удобные раздевалки, душевые, тренажерный зал, медицинский кабинет.

Особое внимание хотелось бы уделить конструктивному решению комплекса, ведь оно весьма уникально. В плане здание детской теннисной школы прямоугольное размерами 90x42м. Здание имеет 2-х этажное. Каркас железобетонный с металлодеревянными элементами покрытия.



Большепролетные клееные деревянные конструкции — высокотехнологичный, инновационно активный, экономически эффективный, инвестиционно привлекательный вид продукции деревообработки, являющийся результатом взаимодействия четырех основных факторов: это древесина, клеи и защитные вещества, производственные условия (здания с определенным

температурно-влажностным режимом, оборудование, инструменты, транспортные и грузоподъемные средства) и персонал, т.е. человеческий фактор. Применение деревянных клееных конструкций при строительстве комплекса обеспечило:

1)Значительную экономическую привлекательность, т.к. позволило снизить стоимость покрытий на 10-30%, общую стоимость проектирования и строительства на 15-25%, стоимость эксплуатации на 20-70% по сравнению с металлом и железобетоном.

2)Скорость строительства, т.к. высокая заводская готовность деталей в сочетании с высокоразвитой технологией сопряжений позволяют в короткие сроки получить здание, готовое к эксплуатации.

3)Возможность создания конструкций любых размеров и форм, т.е. получение оригинальных архитектурно-дизайнерских решений при отсутствии необходимости в дополнительной отделке.

4)Высокую огнестойкость зданий, т. к. низкие скорости обугливания клееной древесины при пожаре (около 0,7 мм/мин) и низкая теплопроводность обеспечивают устойчивость конструкций при пожаре в течение длительного времени. Как правило, расчетные сечения конструкций без дополнительных мероприятий обеспечивают огнестойкость здания не менее 30 мин.

5)Экологическую чистоту, которая проявляется в более низком расходе энергии на обогрев, в способности дерева влиять на влажность внутри помещения, приближая ее к более благоприятным для человека значениям, а также позитивное психологическое восприятие дерева как естественный материал.

Что касается каркаса комплекса, то его пространственная жесткость обеспечивается по связевой схеме. Горизонтальные диски перекрытий и покрытия, а также горизонтальные связи по элементам покрытия обеспечивают

совместную работу металлических вертикальных связей, железобетонных диафрагм и ядер жёсткости с железобетонными колоннами.

Наружные стены выполнены из навесных панелей типа «сэндвич» и выполняют только ограждающую функцию.

Данное спортивное сооружение интересно не только своим конструктивным решением и уникальностью применяемых материалов и технологий строительства, не менее интересно изучить данный объект с позиции управления, оценить доходность и экономическую привлекательность объекта, чем я и планирую заняться в будущем.

В заключении хочется отметить, что строительство в нашем городе теннисных кортов – событие редкое, но, благодаря желанию людей играть в большой теннис, начнут строиться по самым новым технологиям, с использованием наиболее качественных современных строительных материалов здания, специализированные под теннисные корты, со всеми современными удобствами, более того наиболее приоритетным должно стать строительство современных спортивных комплексов в целом независимо от их специализации.

Библиографический список

1. Газета «Кузнецкий мост» №4 март 2010 г.

УДК 692:728.8

АВТОЦЕНТРЫ – ОДНО ИЗ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬСТВА

Музыченко И.Н.

**Научные руководители: к.т.н. доцент Зайцева Л.Г.,
доцент Музыченко Л.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Рост благосостояния россиян, возможность приобрести товары в кредит, желание иметь надежный, комфортный автомобиль иностранного производства, а также необходимость качественного ремонта и обслуживания таких машин создали условия для строительства в крупных городах автоцентров ведущих мировых фирм – производителей. Toyota одна из самых распространенных иномарок в нашем регионе и строительство автоцентра по продаже и обслуживанию этих машин является необходимым условием гарантированного качества приобретения автомобиля.

Автоцентр запроектирован в соответствии с общемировыми корпоративными стандартами компании Toyota.

Его общая площадь составляет 3 000 кв. м., на ней располагаются шоу-рум (756 кв.м.), ремонтная зона (1404 кв.м.), мойки, склад запасных частей, ангар для новых автомобилей, площадки для хранения машин, находящихся в ремонте, вместительный паркинг для личных автомобилей, а также стоянка для

автомобилей, принятых на trade-in, и вспомогательные зоны и помещения.

Проектируемый автоцентр будет осуществлять полный спектр услуг по продаже и сервисному обслуживанию автомобилей Toyota, включая гарантийный и постгарантийный ремонт. В центре можно будет приобрести оригинальные запасные части и аксессуары к автомобилям Toyota, а также дополнительное оборудование. Помимо продаж и обслуживания автомобилей, центр предложит своим клиентам услуги по страхованию и приобретению автомобилей в кредит, по программе trade-in и лизинг.

Помимо услуг по продаже автомобилей, новый автоцентр имеет в своем активе ещё и развитую и высокотехнологичную сервисную и ремонтную базу с высокой пропускной способностью. Сервисный центр осуществляет весь спектр работ по техническому обслуживанию автомобилей, включая слесарный и кузовной ремонт.

Продуманное расположение постов и помещений сервисного центра обеспечивают возможность интерактивной приемки в соответствии со стандартами производителей. Общая площадь сервисных зон составляет более 1000 кв.м.

Здания автоцентра прямоугольное в плане размером 36х67 м, состоит из двух блоков разноэтажных по высоте. Размеры первого одноэтажного блока составляют 18х30 м., размеры второго двухэтажного блока составляют 48х36 м. Высота первого блока 7,8м; во втором высота первого этажа 4,2 м; второго 5,5м. За отметку 0.000 принята отметка чистого пола первого этажа. Два блока отделены друг от друга антисейсмическим швом. Здание без подвала.

На первом этаже расположена зона сервисного обслуживания покупателей (654 м²); участок технического обслуживания (587 м²); ремонтная зона (540 м²) включает в себя кузовной цех и участок окраски автомобилей, а также участки мойки, экспресс – сервиса, кладовые, а также вспомогательные помещения. На втором этаже находятся служебные помещения: офисы, кабинет директора, кладовая запчастей.

Для удобства клиентов центр оборудован кафе, комфортной зоной отдыха, расположенной на 1-ом и 2-ом этажах, которая отделена от участка тех.обслуживания остекленной пластиковой перегородкой. Остальные перегородки из гипсокартона толщиной 120 и 150 мм. В компрессорной, электрощитовой и венткамерах предусмотрены кирпичные перегородки толщиной 120 мм.

Нормативная температура (+18) и влажность воздуха (55%) в производственных помещениях создаются путем применения искусственной и естественной вентиляции.

Естественное освещение создается путем устройства в стенах витражей с алюминиевыми и металлическими переплетами, а также вторым светом.

Наружные стены автоцентра запроектированы из трехслойных панелей «Сэндвич», толщиной 150 мм, принятой на основе теплотехнического расчета.

Кровля – плоская рулонная с уклоном 0,03%, выполнена по профилированному настилу, уложенному по прогонам [24. В качестве утеплителя применяются минераловатные плиты толщиной 200мм. В здании автоцентра предусмотрен внутренний водосток.

Конструктивные решения зданий и сооружений приняты исходя из условий обеспечения габаритных схем, обусловленных объемно-планировочными решениями, с учетом эксплуатационных требований, предъявленных как к отдельным конструктивным элементам, так и зданиям, и сооружениям в целом.

Основное производственное здание решено со стальным каркасом. Устойчивость здания в продольном направлении обеспечивается постановкой вертикальных связей между колоннами, а в поперечном – самой рамой.

Колонны – металлические, выполненные из прокатных широкополочных двутавров 40Ш2 из стали марки С 345. Опорные плиты привариваются к стержню колонны на заводе. Сопряжение колонны с фундаментом – жесткое, а с фермой– шарнирное. Ферма опирается на опорный столик, толщиной 40 мм и крепится к колонне на болтах.

Стропильные фермы запроектированы пролетом 12 м и 18 м; выполнены из гнутосварных профилей прямоугольного сечения, с уклоном верхнего пояса $i=0,03\%$, горизонтальным нижним поясом и равномерной треугольной решеткой с нисходящими опорными раскосами. Высота фермы 1,6 м. Монтажные соединения фланцевые, соединения решетки к поясам – безфасоночные.

Применение стальных ферм в качестве несущих конструкций покрытия значительно снижает расход стали по сравнению с балками и дает возможность использовать межферменное пространство для установки вентиляционного оборудования.

Фундаменты – монолитные железобетонные свайные ростверки из бетона В15 на сваях стойках марки С30.8, основанием которых является слой галечника аллювиального (отложения реки Томи). Длина сваи назначена из условия заглубления в грунт основания на 500мм.

Армирование подошвы фундамента производится сварными сетками из арматуры класса АIII диаметром 12мм, шаг стержней принят 200мм. Толщина защитного слоя бетона составляет 75 мм. Столб армируется сварными каркасами с продольной рабочей арматурой диаметром 12 класса АIII.

Для восприятия горизонтальных нагрузок при сейсмических воздействиях в фундаменте предусмотрены шпоры, выполненные из швеллеров.

Перекрытие выполнено из монолитного железобетона по балкам из прокатных двутавров типа 50Б1, а балки покрытия приняты из двутавров 40Б2. Балки укладываются в тех местах, где сетка колонн составляет 6х6 м и имеют жесткое сопряжение с колонной.

Объемно – планировочное решение здания принято с учетом технологических требований, санитарных и противопожарных норм.

Удобное расположение центра, рациональное расположение помещений, наличие рядом автоцентров других фирм – производителей, предлагаемый спектр услуг по продаже и обслуживанию предоставят возможность клиентам сделать правильный выбор в приобретении автомобиля.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОДНОЭТАЖНОГО ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ С УЧЕТОМ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Звягинцева Е.С.

Научный руководитель: Зубровская Е.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Город Новокузнецк расположен в одной из сейсмоопасных зон России. В соответствии с действующими в настоящее время нормативными документами: картой общего сейсмического районирования ОСР-97 и СНиП II-7-81* территории юга Кемеровской области (Новокузнецк, Междуреченск, Осинники, Калтан и др) относятся к зоне с прогнозируемой интенсивностью сейсмических воздействий $I = 7_3$ баллов.

В настоящее время в южной части Кемеровской области ведется интенсивное освоение территорий под застройку не только жилых зданий, но и крупных промышленных сооружений, разрушение которых от сейсмических воздействий может привести к существенным экономическим потерям и экологической катастрофе. Соответственно проектирование и строительство в Новокузнецке ведется с антисейсмических мероприятиями.

Разработан проект цеха сантехнических заготовок в городе Новокузнецке.

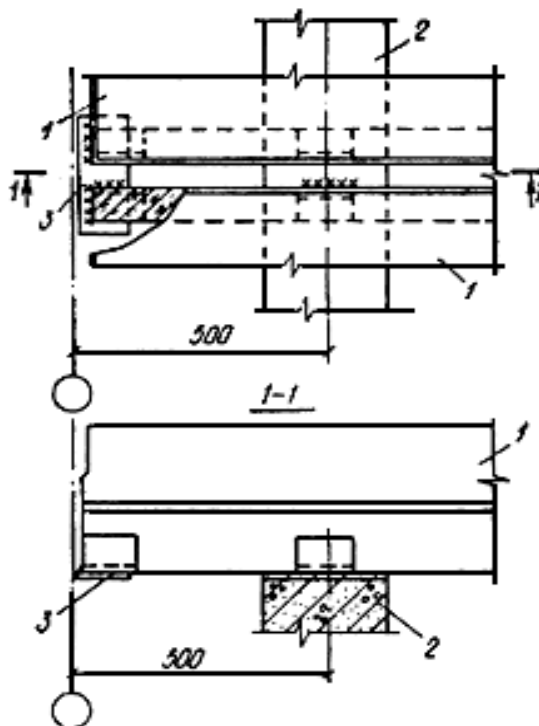
Цех представляет собой одноэтажное многопролетное промышленное здание прямоугольной формы с размерами в плане 72×84.45 м. Здание имеет четыре параллельных пролёта шириной 18м, длиной 60м и отметкой низа стропильных конструкций 8,4м; а также перпендикулярно им расположенный пролет шириной 24м, длиной 72м и отметкой низа стропильных конструкций 10,8м. Шаг колонн по наружным и внутренним осям 6м.

Здание оборудовано мостовыми электрическими кранами с грузоподъемностью 10т и подвесными кранами с грузоподъемностью 5т. В каждом пролете установлено по два крана.

Жёсткость каркаса в поперечном направлении обеспечивается поперечными рамами с жёстким защемлением колонн в фундаментах. Жёсткость каркаса в продольном направлении обеспечивается системой связей по колоннам, жестким диском покрытия, а также конструкцией подкрановых балок. В сборном покрытии для обеспечения передачи горизонтальных нагрузок с покрытия на колонны предусмотрены следующие мероприятия по замоноличиванию:

– железобетонные плиты покрытия крепятся к несущим конструкциям сваркой опорных закладных изделий не менее чем в трех углах, за исключением плит, примыкающих к торцовой стене, которые допускается приваривать к несущим конструкциям покрытия со стороны одного продольного ребра, но при этом торцы смежных продольных ребер плит в пределах пролета покрытия соединяются между собой при помощи соединительных элементов, привариваемых к опорным закладным изделиям

плит (рисунок 1);



- 1 - плиты покрытия;
- 2 - стропильная конструкция;
- 3 - соединительный элемент

Рисунок 1 – Крепление плит покрытия к стропильным конструкциям, расположенным у торца

– продольные ребра железобетонных плит, примыкающие к фонарю, соединены по длине между собой при помощи соединительных элементов, привариваемых к опорным закладным изделиям плит;

– в продольных швах между железобетонными плитами предусмотрены шпонки. Все швы (продольные и поперечные) между плитами тщательно заполняются раствором марки М200 на мелком гравии. Для образования шпонок на наружных поверхностях продольных ребер плит предусмотрены пазы прямоугольного сечения;

– во всех продольных швах между плитами в местах пересечения с поперечными швами симметрично относительно несущей конструкции, укладываются одиночные плоские сварные каркасы из двух продольных стержней диаметром 8 мм из стали класса АІ и с поперечными стержнями диаметром 6 мм из стали класса АІ с шагом 200 мм.

Статический расчет поперечной рамы здания на действие постоянных и временных нагрузок, а также на сейсмическое воздействие проведен на ЭВМ с использованием программы «ЛИРА 9.4».

Программный комплекс «ЛИРА» является современным инструментом для численного исследования прочности и устойчивости конструкций и их автоматизированного конструирования. Для расчета поперечной рамы проектируемого здания использованы следующие основные функции ПК

«ЛИРА 9.4»:

- развитая интуитивная графическая среда пользователя;
- развитая библиотека конечных элементов, позволяющая создавать компьютерные модели стержневых конструкций;
- расчет на различные виды динамических воздействий (сейсмика);
- конструирующие системы железобетонных элементов в соответствии с нормативами;
- мощный многофункциональный процессор.

Для расчета рамы на сейсмику в программе «ЛИРА 9.4» сформирована таблица динамических нагружений, в которой указаны следующие характеристики и параметры:

- наименование воздействия – Сейсмическое 01.01.2000 (35);
- количество учитываемых форм колебаний – 10;
- тип сооружения – 1-жилые, общественные и производственные;
- категория грунта (в соответствии со СНиП II-7-81) – G=3;
- сейсмичность площадки в баллах – S=8;
- направляющие косинусы равнодействующей сейсмического воздействия в основной системе координат – CX=1.

При формировании динамического (сейсмического) нагружения из статических, значения расчетных нагрузок умножены на коэффициенты сочетаний:

- для постоянной нагрузки – 0.9;
- для временных длительных нагрузок – 0.8;
- для кратковременных нагрузок – 0.5.

По результатам расчета рамы на сейсмическое воздействие получены таблица частот и периодов колебаний и таблица форм колебаний, а также графическое представление деформированных схем здания от сейсмической нагрузки.

Данный метод расчёта позволяет более корректно оценить прогнозное сейсмическое воздействие на конструкции здания.

УДК 624.078.4

ПОВЫШЕНИЕ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ НЕСЕЙСМОСТОЙКОГО ЗДАНИЯ ПРИ ЕГО КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ВКЛЮЧЕНИЕМ СПЕЦИАЛЬНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В НЕСУЩУЮ СХЕМУ ЗДАНИЯ

Антипов Е.С.

Руководитель: к.т.н., доцент Чертоляс Н.Ф., Матвеев А.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В связи с уточнением сейсморайонирования в Российской Федерации в ряде регионов, где многие здания построены, зачастую очень ответственные и

важные, без учета сейсмических воздействий и при их капитальном ремонте или реконструкции требуются усиления в связи с изменением сейсмичности района и площадки строительства.

В настоящей статье представлен пример обоснования повышения сейсмостойкости дворца культуры в одном из городов юга Кузбасса, построенного без учета сейсмических воздействий в 50^х годах прошлого столетия.

Здание дворца, план и разрез которого представлены на рисунке 1, сложное в плане с общими размерами 47,4×26,7 м и высотой этажей в двухэтажной части 4,0+8,0 м, трехэтажной 4,1+3,0+5,0 м с несущими кирпичными наружными и внутренними стенами, сборными и монолитными железобетонными перекрытиями по железобетонным и металлическим балкам, с кирпичными столбами-колоннами, ленточными фундаментами из бутовой кладки с заглублением подошвы от 2,0 до 3,5 м под стены и отдельно стоящие столбы – колонны.

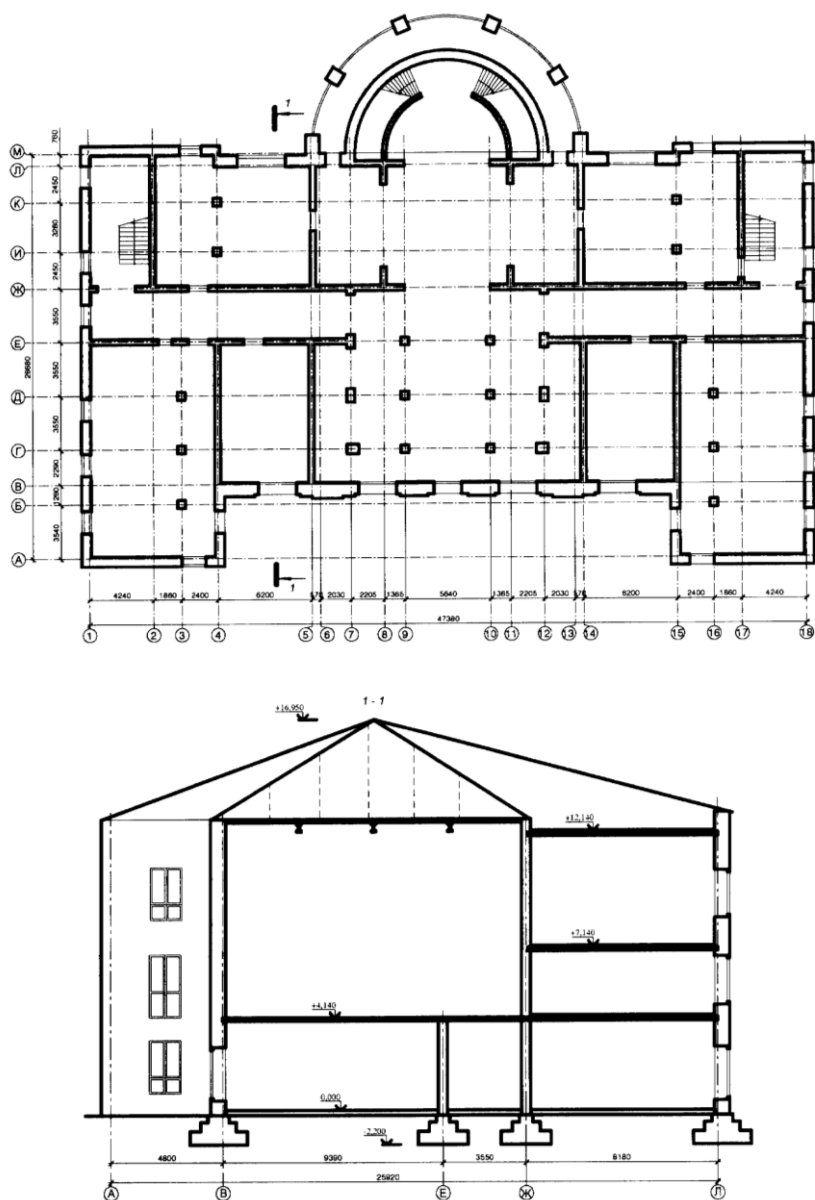


Рисунок 1 – План и разрез здания

Район расположения здания Дома культуры «Энергетик» характеризуется следующими современными данными:

- расчетное значение снеговой нагрузки – $4,8 \text{ кН/м}^2$ (480 кг/м^2);
- нормативное значение ветрового давления – $0,38 \text{ кН/м}^2$ (38 кг/м^2);
- расчетная температура наружного воздуха (наиболее холодной пятидневки) – минус 39°C ;
- сейсмичность района в соответствии с ОСР-97 для карт А, В, С - 7, 7, 8 баллов соответственно;
- категория грунта по сейсмическим свойствам – III.

Естественным основанием фундаментов служат делювиально, аллювиальные суглинки туго, мягко пластичные с включением линз текучих, с диапазоном значений прочностных и деформационных характеристик грунта: угол внутреннего трения $\varphi =$ от 21° до 12° ; удельное сцепление от $0,023$ до $0,012 \text{ МПа}$; модуль общей деформации от 14 до 5 МПа . Грунты по сейсмическим свойствам соответствуют III категории.

Выбор конструктивных решений (см. рисунок 2) по усилению фундаментов и изменению сейсмостойких качеств здания был принят из следующих предпосылок. Здание построено в 50^{ые} годы прошлого столетия. Конструкции фундаментов и основание под ними за многолетний период эксплуатации здания имеют стабилизированное, равновесное состояние. Грунт уплотнен как в верхней зоне ниже отметки $\pm 0,000$, так и вокруг тела фундамента.

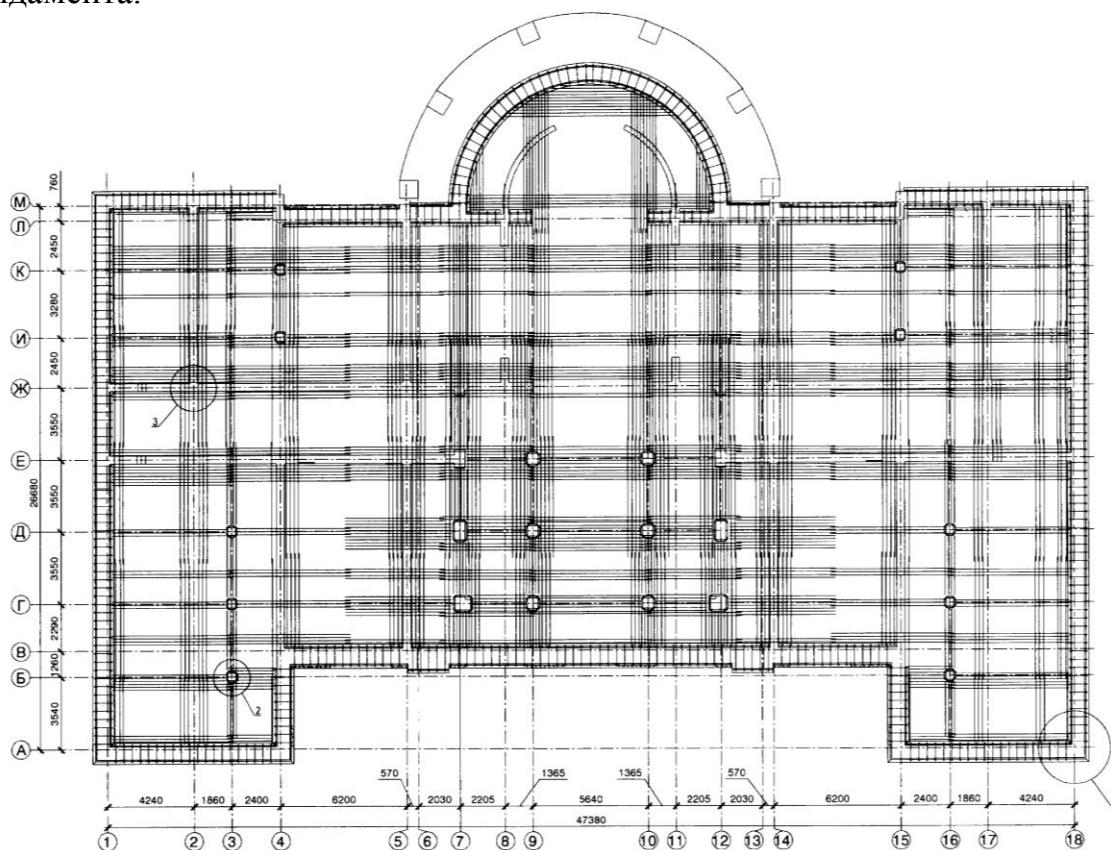


Рисунок 2 – Вариант конструктивного решения с устройством монолитной железобетонной фундаментной плиты-распорки поверх существующих фундаментов под всем зданием (схема армирования)

В качестве конструктивного решения усиления была принята объединяющая конструкция (плита) фундаментов в горизонтальной плоскости с объединением её с вертикальными несущими конструкциями. Конструктивные решения представлены на рисунке 3.

Конструкция обеспечивает совместную работу существующих фундаментов, вертикальных элементов стен и кирпичных столбов на горизонтальное воздействие от сейсмических нагрузок, а вертикальные усилия воспринимаются плитой через систему преднапряженных металлических шпилек заделанных в стену и верх фундамента через обрамляющие швеллеры, к которым приварены арматурные стержни плиты-распорки. Объединяющая плита-распорка опирается на ненарушенный грунт обратной засыпки существующей 60 лет, основание плиты способно воспринять дополнительные нагрузки.

Также выполняются жесткие диски по перекрытиям и покрытию, армированная рубашка по кирпичным стенам, а так же обрамление кирпичных столбов, оконных и дверных проемов.

Выполненные инженерно-технические расчеты здания с использованием программно-вычислительного комплекса «Лира-9.4» с учетом существующего и усиленного варианта, предоставленные ООО «Амальгама-Проект», свидетельствуют о значительном перераспределении напряжений с понижением абсолютных значений растягивающих и сжимающих напряжений после постановки плиты-распорки.

Расчет несущих стен здания выполнен с учетом сейсмического воздействия. При расчете здания учтены следующие нагружения:

- 1 – собственный вес элементов, постоянные нагрузки;
- 2 – полезные нагрузки на перекрытия;
- 3 – снеговая нагрузка на покрытие;
- 4 – ветровая нагрузка приложенная на фасад здания;
- 5 – ветровая нагрузка приложенная в торец здания;
- 6 – сейсмическое воздействие по оси X;
- 7 – сейсмическое воздействие по оси Y;
- 8 – сейсмическое воздействие с учетом кручения.

Максимальные сжимающие напряжения в кирпичных стенах составляют $19,4 \text{ кг/см}^2$, расчетное сопротивление кладки сжатию при марке кирпича М75 и раствора М25 - 11 кг/см^2 . Максимальные растягивающие напряжения в кирпичных стенах с учетом сейсмического воздействия составляют $2,8 \text{ кг/см}^2$, расчетное сопротивление кладки растяжению $0,5 \text{ кг/см}^2$. Основная концентрация растягивающих и больших сжимающих напряжений расположена в зонах оконных и дверных проемов, а так же в углах стен.

Максимальные перемещения конструкций стен вдоль осей X, Y и Z соответственно равны 13,1 мм, 27,7 мм и 88,4 мм.

Полученные в результате расчетов существующих конструкций здания данные, позволяют сделать вывод о том, что при фактическом состоянии здания, несущей способности кирпичной кладки стен и бутового фундамента под ними не достаточно для восприятия фактических нагрузок.

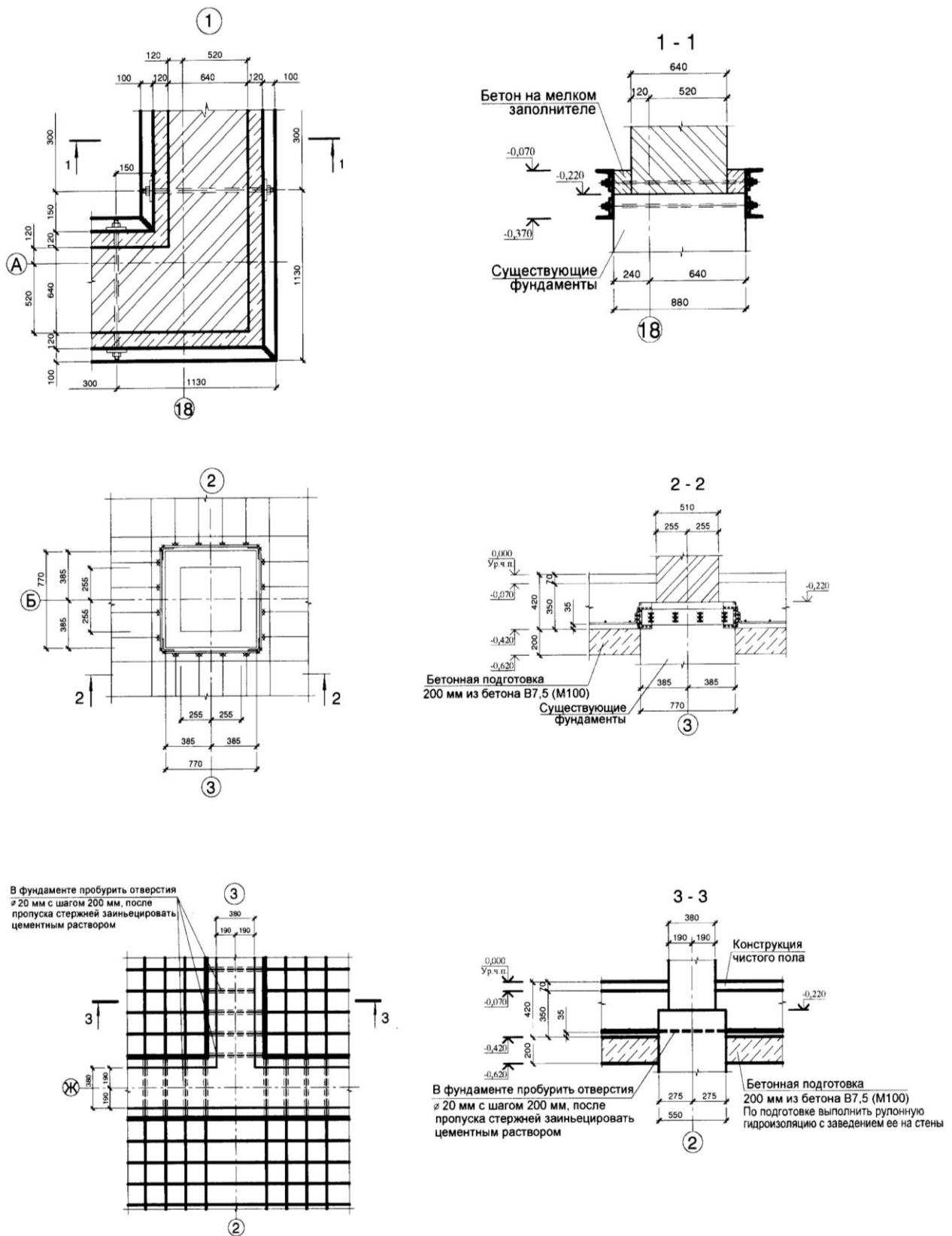


Рисунок 3 – Конструктивные решения некоторых узлов (узлы замаркированы на рисунке 2)

Во втором расчете была принята объединяющая конструкция (плита) фундаментов в горизонтальной плоскости.

В расчете учтено увеличение постоянной нагрузки за счет устройства

фундаментной плиты, жестких дисков перекрытий и армированной рубашки по кирпичным стенам, а так же обрамления кирпичных столбов, оконных и дверных проемов.

Максимальные сжимающие напряжения в кирпичных стенах составляют $23,9 \text{ кг/см}^2$. Растягивающие напряжения возникают только в уровне фундаментной плиты-распорки и составляют, с учетом сейсмического воздействия $0,5 \text{ кг/см}^2$.

Максимальные перемещения несущих стен вдоль осей X, Y и Z соответственно равны 1,1 мм, 1,8 мм и 38,3 мм.

При расчете здания с учетом постановки монолитной железобетонной фундаментной плиты-распорки толщиной 350 мм с её объединением с существующими фундаментами и с учетом совместной работы на вертикальные нагрузки, были получены следующие данные: Максимальные сжимающие напряжения от сейсмических воздействий возникают в кирпичных стенах зонах оконных и дверных проемов. Эти напряжения будут компенсированы обрамлением проемов металлическими рамами и постановкой армированных рубашек по кирпичным стенам. Растягивающие напряжения возникают только в уровне плиты распорки под продольной внутренней стеной, которые компенсируются обрамляющими швеллерами по низу стены к которым приварены арматурные стержни фундаментной плиты-распорки. Максимальные перемещения несущих стен снижены в горизонтальном направлении X, Y – в 11÷15 раз, в вертикальном направлении Z – в 2,3 раза.

Как следствие, после устройства монолитной фундаментной плиты-распорки, обрамлении кирпичных столбов, оконных и дверных проемов металлическими элементами, устройства армированных рубашек по кирпичным стенам, а так же после образования жестких дисков перекрытий, здание дворца культуры будет приведено частично в сейсмостойкое состояние с учетом увеличения постоянных нагрузок.

Библиографический список:

1. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах (с изменением от 27.12.1999 г. № 5) / Минстрой России. - М.: ГП ЦПП, 1995. – 52 с.
2. СП 31-114-2004. Правила проектирования жилых и общественных зданий для строительства в сейсмических районах / Госстрой России. – М.: ФГУП ЦНС, 2005. – 43 с.
3. СНиП II-22-81. Каменные и армокаменные конструкции / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 1999. – 40 с.

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ КИРПИЧНЫХ ЗДАНИЙ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

Жернакова А.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Мельникова И.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время изменилась оценка сейсмической опасности территории области в соответствии с современными картами общего сейсмического районирования территории Российской Федерации (ОСР-97). С учетом новых карт и изменения № 5 к СНиП II-7-81* «Строительство в сейсмических районах» практически вся территория Кемеровской области, при определенных условиях, может быть отнесена к территории с сейсмичностью 7 баллов, а юг области – к территории с сейсмичностью 8 баллов.

Поэтому все здания и сооружения, возводимые в Кемеровской области, должны обладать способностью противостоять сейсмическим воздействиям без потери эксплуатационных качеств, т. е. быть сейсмостойкими.

Сейсмостойкость зданий и сооружений обеспечивается применением конструктивных решений, конструкций и материалов, соответствующих сейсмичности (интенсивности сейсмического воздействия в баллах) места строительства, а также строгим соблюдением правил и требований по возведению конструкций и производству работ в сейсмических районах.

К числу конструктивных антисейсмических мероприятий относится: применение сейсмостойких конструктивных систем; деление зданий и сооружений в плане на части антисейсмическими швами, устройство антисейсмических поясов, конструирование соединения элементов с применением антисейсмических мер.

1 Деление здания на отсеки антисейсмическими швами

Форма здания в плане имеет большое значение, так как от формы зависит работа всей системы. В частности, круг является самой лучшей формой здания, но не всегда соответствует требованиям планировки; ближайшим рациональным решением может быть квадрат. В этом случае стены (рамы) в обоих направлениях имеют одинаковую или близкую друг другу прочность и жесткость, что благоприятно сказывается на равнопрочности здания при любом направлении сейсмического воздействия. Если же по архитектурно-планировочным соображениям необходимы изломы наружных стен в плане здания, то при отсутствии жестких перекрытий, надежно объединяющих все стены в единую систему, следует разрезать здание на отдельные замкнутые по контуру отсеки простой формы. Конструктивные решения таких отсеков должны обеспечить независимую работу каждого из них при сейсмических колебаниях. Это достигается за счет антисейсмических швов, которые следует совмещать с целью экономичности строительства с температурными или осадочными швами. Антисейсмические швы осуществляются путем постановки

парных стен.

2 Устройство антисейсмических поясов

При действии горизонтальных сил в плоскости перекрытий наиболее сложно восприятие сдвигающих усилий в местах сопряжения перекрытий с несущими стенами. В этом случае отсутствие хорошей связи между стеной и перекрытием может быть компенсировано устройством на стенах жестких антисейсмических поясов, которые должны воспринимать изгибающие моменты и перерезывающие силы в плоскости перекрытий. Они улучшают связь стен различных направлений, усиливают кладку при работе ее в плоскости стены, препятствуя развитию в ней косых трещин и воспринимая поперечную силу и соответствующий ей изгибающий момент, возникающие при сейсмических нагрузках в перемычках. Пояса, будучи связаны с перекрытием, повышают жесткость и прочность горизонтальных диафрагм зданий, а также предохраняют стены от таранящего действия концов балок и сборных плит перекрытий.

Такие антисейсмические пояса рассчитываются на изгиб под действием инерционных сил от веса примыкающих снизу и сверху участков стены и собственного веса пояса. Один из возможных вариантов примыкания панелей перекрытий к наружным стенам показан на рис 1.

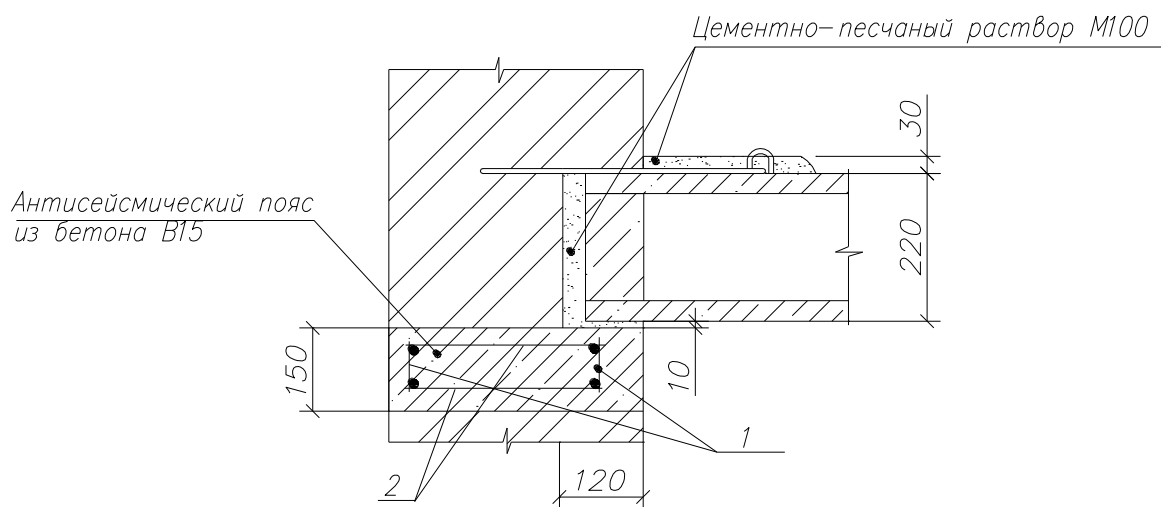


Рисунок 1- Примыкание панели перекрытия к наружной стене (антисейсмический пояс):

1 — каркасы; 2 — соединительные стержни \varnothing 6А-I, шаг 250 мм

Как правило, сейсмические пояса выполняются в монолитном железобетоне с непрерывным армированием. Они устраиваются на всю ширину стены, а в стенах толщиной более 50 см ширина их может быть на 10-15 см меньше; высота пояса должна быть не менее 15 см, марка бетона - не менее 150; содержание арматуры из стали класса А-I в сечении поясов должно быть не менее 4 \varnothing 10 при расчетной сейсмичности 7-8 баллов и 4 \varnothing 12-9 баллов.

Стержни продольной арматуры железобетонных поясов связываются

хомутами из стали \varnothing 4-6 с шагом 25-40 см. В углах поясов рекомендуется устанавливать косые стержни. Пояса, расположенные на уровне чердачного перекрытия, не пригружены весом вышележащих стен и поэтому могут быть при толчке сдвинуты по плоскости контакта с кладкой. Во избежание этого рекомендуется устраивать из пояса через 50 см выпуски арматуры выше и ниже пояса на 25—30 см. В местах ослабления дымовыми или вентиляционными каналами пояса усиливаются дополнительной арматурой. Детали монолитных железобетонных антисейсмических поясов показаны на рисунке 2.

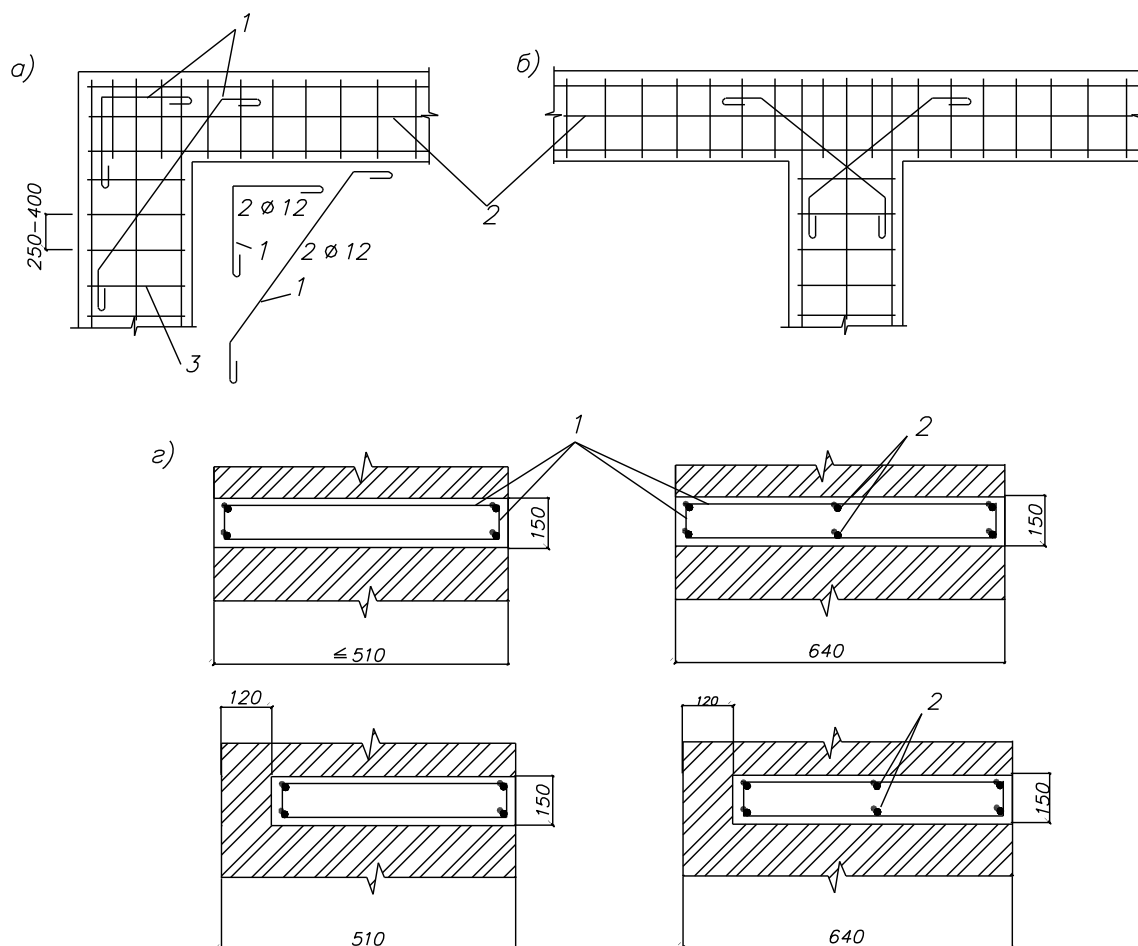


Рисунок 2 – Детали антисейсмических поясов:

- а — угол здания; б — примыкания наружных и внутренних стен;
 в — на участках с каналами; г — сечение поясов; 1 — основная арматура;
 2 — монтажная арматура; 3 — хомуты \varnothing 6; 4 — дополнительная арматура

На плане сборного перекрытия (рис. 3) показано, каким образом осуществляются меры по обеспечению работы перекрытия как жесткого диска. Перерезывающие силы в швах между панелями воспринимают шпонки, для образования которых в продольных гранях панелей предусмотрены равномерно распределенные по всей длине вертикальные пазы, заливаемые цементным раствором.

Для восприятия нормальных сил служат железобетонные обвязки замоноличивания, расположенные в плоскости перекрытий. Связь панелей перекрытия с обвязками замоноличивания осуществляется с помощью

замкнутых арматурных петель. Для этого в торцах панелей в нижней зоне предусмотрены арматурные выпуски, а в верхней - закладные детали, к которым затем привариваются анкеры. При расчетной сейсмичности 9 баллов анкеры привариваются и к нижним выпускам арматуры и образуют замкнутую петлю, охватывающую каркасы обвязок замоноличивания. На рисунке 4 показана схема и детали анкеровки панелей перекрытий.

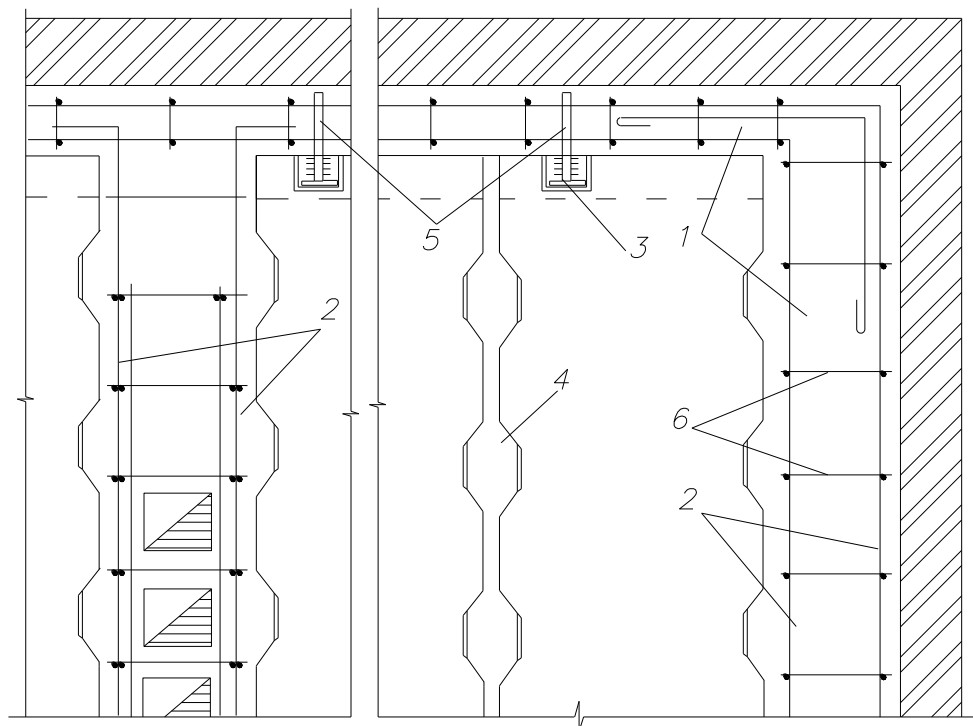


Рисунок 3 – План обвязок замоноличивания
 1 - обвязки; 2 - каркасы; 3 - анкеры; 4 - шпонки;
 5 - арматурные петли; 6 - соединительные стержни

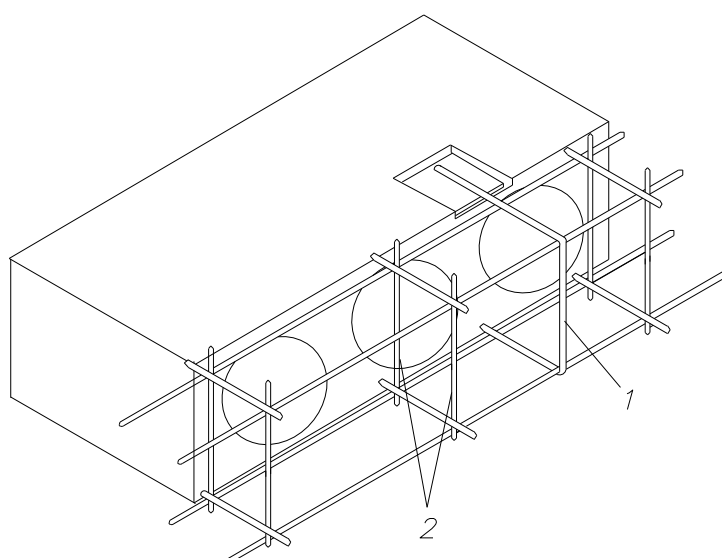


Рисунок 4 – Анкеровка панелей перекрытий:
 1 — анкер; 2 — каркасы обвязки замоноличивания

Благодаря наличию железобетонных обвязок в уровне перекрытий не требуется устраивать связи между настилами для восприятия растягивающих усилий, так как они будут полностью передаваться арматуре обвязок.

Сейсмостойкость каменных зданий обеспечивают также многими другими конструктивными приемами, например, скреплением лестничных маршей и площадок с перекрытиями, устройством железобетонных обрамлений в оконных и дверных проемах лестничных клеток и т. д. Все проектные решения по антисейсмическим мерам следует строго выполнять при строительстве зданий.

Для кладки стен или заполнения каркаса в сейсмоопасных зонах разрешается применять кирпич полнотелый или пустотелый (с отверстиями размером до 15 мм) марки не ниже 75;

Кладку стен выполняют на смешанных цементных растворах марки не ниже 25 в летних условиях и не ниже 50 — в зимних, со специальными добавками, повышающими сцепление раствора с кирпичом или камнем.

Только при соблюдении всего комплекса мероприятий по обеспечению сейсмостойкости можно говорить о безопасном в сейсмическом отношении строительстве.

УДК 711.553.2

АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ГАРАЖА-СТОЯНКИ В УСЛОВИЯХ РЕАЛЬНОГО РЕЛЬЕФА

Меньшикова А.В.

Научный руководители: к.т.н., профессор Алешин Н.Н., к.т.н. Алешин Д.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Гараж-стоянка расположен в Центральном районе г. Новокузнецка. Размещение гаража выполнено с использованием рельефа местности, что дало возможность запроектировать двухэтажный подземный гараж с въездом в уровне земли. Покрытие является стоянкой легковых автомобилей к расположенным вблизи жилым домам.

Объемно-планировочные и архитектурно-строительные решения проектируемого подземно-наземного гаража-стоянки, предназначенного для автомобилей на жидком топливе, приняты в соответствии с заданием на проектирование и отвечают требованиям СНиП 21-02-99 «Стоянки автомобилей».

Гараж-стоянка на 280 автомобилей разработан двухэтажным, неотапливаемым, с размерами в плане 20,4х248,4 м и высотой этажа 3,0 м. Стоянки автомобилей в гараже располагаются на двух этажах. На отметке 0.000 расположены электрощитовые, приточные и вытяжные венткамеры, помещение охраны. Связь между этажами осуществляется по изолированному от проезжей части рампы тротуару и по лестнице, расположенной с помещением охраны. В лестнице запроектирован подпор воздуха при пожаре.

Эвакуационные лестницы запроектированы с учетом допустимого расстояния от наиболее удаленного места от эвакуационного выхода (не более, чем 40 м). Эвакуация с верхнего этажа (отм. 0.000) предусмотрена через отдельные выходы непосредственно наружу, расстояние между выходами принято аналогично расстоянию между эвакуационными лестницами. Эвакуация с подземного этажа (отм. -3.000) осуществляется по лестничным клеткам.

Сейсмичность района строительства – 7 баллов. Сейсмичность строительной площадки – 8 баллов (таблица 1*, СНиП II-7-81*, категория грунта по сейсмическим свойствам III).

Здание запроектировано каркасным из монолитного железобетона. Конструктивно здание гаража разделено на 7 блоков: 2 блока длиной 23 м и 5 блоков по 39 м. На блоки здание делится деформационными швами шириной 40 мм. Деформационные швы разделяют здание по всей высоте. длина блоков не превышает 40 м.

Расчет конструкций гаража выполнен на основные и особые сочетания нагрузок. Расчет с учетом сейсмических воздействий производился по предельным состояниям первой группы. Значения расчетных нагрузок определены с учетом коэффициентов сочетаний: постоянные – 0,9; временные длительные – 0,8; кратковременные (на перекрытие и покрытие) – 0,5.

Действие сейсмических нагрузок учитывалось в направлении поперечных и продольных осей отдельно. Конструктивная схема здания гаража-стоянки принята рамно-связевая. Горизонтальные сейсмические нагрузки воспринимаются каркасом с диафрагмами жесткости. рамы с жесткими узлами воспринимают горизонтальные нагрузки в продольном направлении, диафрагмы жесткости – в поперечно направлении. Диафрагмы жесткости выполнены непрерывными по высоте, расположены равномерно и симметрично относительно центра тяжести здания, что соответствует п. 3.21 СНиП II-7-81* и имеют толщину 300 мм.

Наружные стены подземной части гаража воспринимают нагрузку от грунта и выполняют функцию подпорных стен. На первом этаже – монолитные железобетонные, на втором – сборные железобетонные. Наружные стены фасада, выходящего на уровень земли, выполнены из кирпича. Толщина стен принята 510 мм. Наружные и внутренние кирпичные стены и их крепления сконструированы в соответствии с требованиями СНиП II-7-81*. Армируются сетками через 7 рядов кладки по высоте, крепятся к закладным деталям колонн через 900 мм и плитам перекрытия и покрытия через 3 м по длине. Таким образом, кладка самонесущих стен имеет гибкие связи с каркасом, что не препятствует горизонтальным смещениям каркаса вдоль стен. Между поверхностями стен и колонн каркаса, стен и плит перекрытия (покрытия) предусмотрен зазор 20 мм.

Основное назначение крыши – открытая стоянка для легковых автомобилей. По уклону покрытия – плоская, с уклоном 8% к оси Д. Проектировалась с учетом нагрузок от массы кровли, транспортных средств и снеговых, а также дополнительных нагрузок, принятых в соответствии с техническими условиями на проектирование, в том числе от возможного

скопления людей.

Конструктивные решения гаража-стоянки, геометрические параметры и армирование несущих конструкции соответствуют требованиям прочности и устойчивости при различных видах нагрузок и воздействий, в том числе сейсмических.

УДК 624.07

КОМБИНИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ ПОКРЫТИЙ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ЗДАНИЙ

Ботищев А.Г.

Научный руководитель: к. арх., доцент Благиных Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Арочно-вантовые комбинированные системы относятся к прогрессивным и наиболее динамично развивающимся в последнее время, как в нашей стране, так и за рубежом конструктивным формам. Проведен анализ покрытий, отличающихся не высокими технико-экономическими показателями, архитектурной выразительностью.

Комбинированные системы включают структурно объединенные растянутые элементы (ванты) и элементы, работающие на сжатие и изгиб. В комбинированных арочных системах удастся существенно сократить расчетную длину сжато-изогнутой арки благодаря введению небольшого количества дополнительных элементов, улучшить ее работу на неравномерные нагрузки, рационально использовать растянутые предварительно напряженные элементы из высокопрочного металла, значительно уменьшить стрелу подъема конструкции.

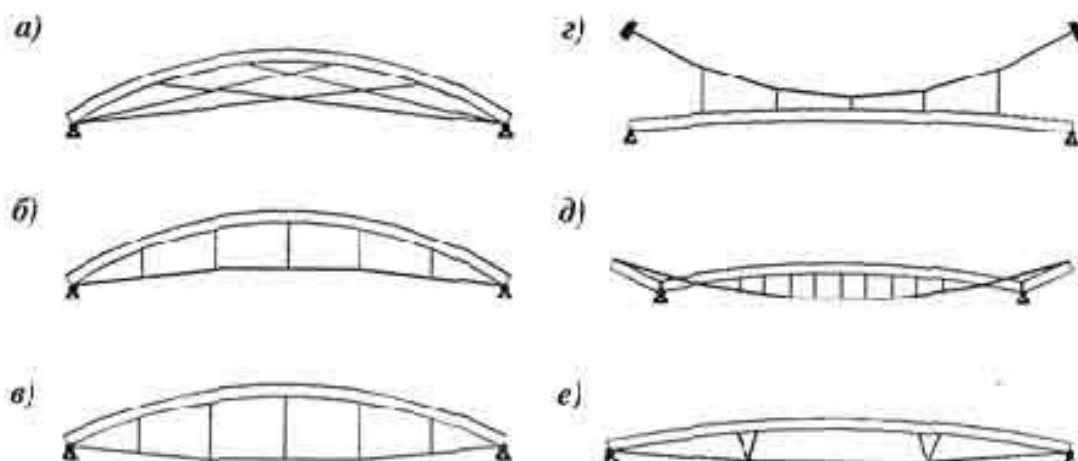


Рисунок 1 – Варианты конструктивных схем комбинированных систем

Существует множество видов комбинированных систем. Некоторые из них представлены на рис. 1. Даже простейшие схемы отличаются большой

свободой выбора исходных параметров: конструктивной схемой; применяемыми материалами; очертанием плана, а также сжатых и растянутых поясов; пролетами; методами изготовления и монтажа; стрелой подъема арки и провиса затяжки; соотношением высоты и пролета конструкции; расположением и количеством дополнительных стержневых элементов (стоек, подвесок и т.д.).

Для комбинированных арочно-вантовых систем характерны большие пролеты, наличие гибких элементов, монтаж с предварительным напряжением конструкции. Эти особенности необходимо учитывать в расчетах, максимально приближая расчетную схему к действительной работе конструкции. В рамках данной статьи предложены к рассмотрению следующие факторы: степень геометрической нелинейности; численное моделирование этапов монтажа; предварительное напряжение конструкций; варианты конструктивных решений узловых сопряжений.

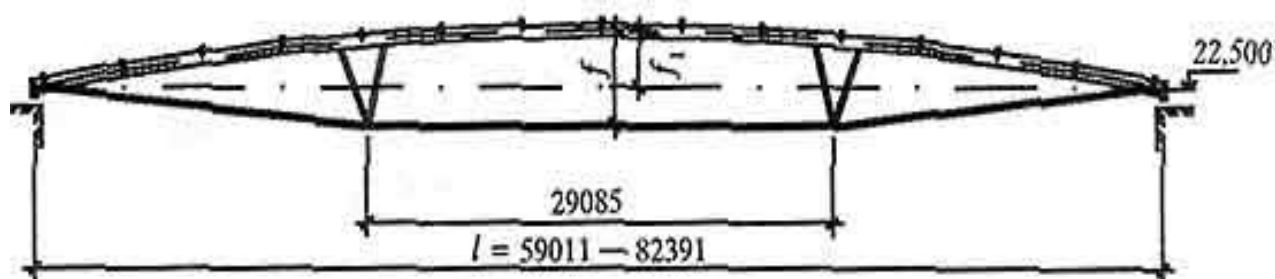


Рисунок 2 – Гостиный двор в Москве (1998 г.) – несущая конструкция покрытия

Расчеты комбинированных арочно-вантовых систем необходимо выполнять с учетом последовательности монтажа. Это позволяет: скорректировать расчетные усилия в элементах в сторону уменьшения; определить места расположения сечений с максимальными напряжениями; выявить действительную геометрию несущих конструкций после монтажа.

Для включения в работу нижнего растянутого пояса необходимо выполнить предварительное напряжение системы (исключение начальных неправильностей и прогибов, выборка люфтов и т. п.), что можно осуществить увеличением длины стоек.

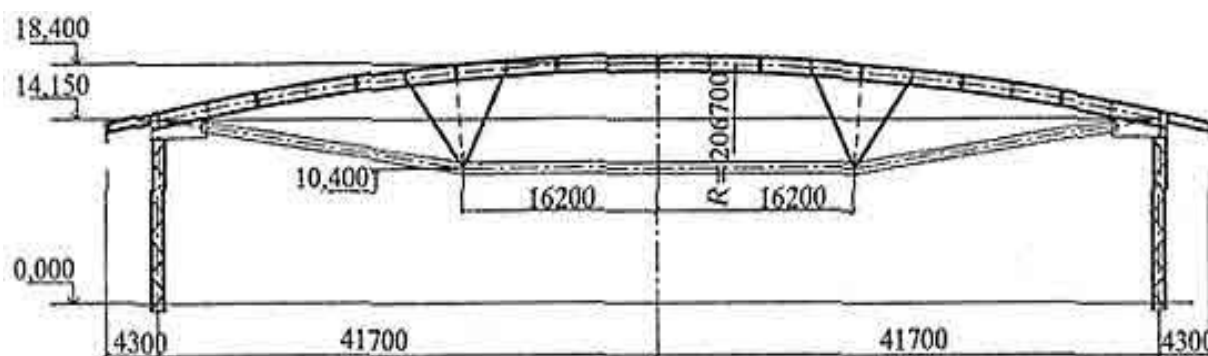


Рисунок 3 – Крытый конькобежный центр в Челябинске (2004 г.) - поперечный разрез

Увеличение высоты ферм в процессе их предварительного напряжения происходит в основном из-за кинематических перемещений системы, так как узлы сопряжения нижнего пояса и распорок с верхним поясом проектируют шарнирными, а один из опорных узлов - шарнирно-подвижным. Этим же объясняются практически нулевые (менее 1 %) продольные усилия в поясах от преднапряжения по отношению к усилиям от эксплуатационных нагрузок. Изгибающие моменты в верхнем поясе от предварительного напряжения и внешних нагрузок по длине арки могут иметь разный или одинаковый знак. В сечениях с максимальными напряжениями изгибающие моменты суммируются, при этом вклад преднапряжения составляет 1.5 %.

В ряде случаев по архитектурным требованиям растянутый нижний пояс проектируют не развязанным из плоскости. Для увеличения его изгибно-крутильной жесткости производят усиление стоек, объединяющих верхний и нижний пояса, и это вызывает необходимость исключить ряд шарнирных узлов сопряжения элементов комбинированной арочной системы. Выполнение узловых соединений жесткими значительно упрощает их конструкцию.

Ниже приведены наиболее интересные примеры применения комбинированных конструкций.

Большепролетное светопрозрачное покрытие Гостиного двора в Москве (см. рис.2). Проект создавали с учетом требований к архитектурным, конструктивным и технологическим решениям, применяемым при работе на памятнике архитектуры. Необходимо было обязательное выполнение следующих требований: ограничение высоты несущих конструкции покрытия для сохранения сложившегося исторического облика Гостиного двора; минимальный собственный вес для уменьшения нагрузок на нижележащие конструкции; безраспорность покрытия (передача на опоры только вертикальных усилий); повышенная жесткость несущих конструкций, на которые укладывались стеклопакеты; максимальная унификация несущих конструкций, использование однотипных элементов, вписанных в цилиндрическую поверхность постоянной кривизны.

Здание имеет в плане форму неправильной вытянутой трапеции, застроенной по периметру. Повторяющий форму плана здания внутренний двор размерами сторон 56, 187, 84 и 163 м и площадью почти 1,5 га перекрыт светопрозрачной стеклянной крышей. Основные несущие элементы расположены по большей части покрытия параллельно один другому, с шагом 12,15 м, образуя цилиндрическую поверхность. По архитектурным требованиям превышение конька светопрозрачного покрытия внутреннего двора над кровлей здания принято минимальным. В связи с этим арки запроектированы весьма пологими, с отношением стрелы подъема верхнего пояса к пролету $f/l = 1/20 - 1/28$ и отношением полной высоты конструкции к пролету $f/l = 1/14$.

В качестве основного несущего элемента покрытия использована комбинированная система, состоящая из выпуклого сжато-изогнутого верхнего пояса, провисающего растянутого нижнего и объединяющих их двух V-образных стоек. Ломаный верхний пояс собран из однотипных прямолинейных элементов длиной 10 м, вписанных в цилиндрическую поверхность постоянной кривизны. Сечение пояса - сварной двутавр высотой 700 мм (пояса из листов

40x500 мм, стенка - 28x620 мм). Соединение элементов - фланцевое, на 18 высокопрочных болтах М24.

Нижний пояс (затяжка) выполнен из двух полос сечением 40x275 мм, расположенных вертикально и объединенных одна с другой прокладками. Узлы, объединяющие нижний и верхний пояса (концы фермы), и узлы в местах перелома нижнего пояса и сопряжения с V-образными стойками запроектированы в виде цилиндрических шарниров. Две V-образные стойки - трубчатые (труба диаметром 219 и толщиной стенки 16мм) со средними вставками также трубчатого сечения (труба диаметром 180 и толщиной стенки 20 мм). После укрупнительной сборки ферму подвергли предварительному напряжению, раздвинув пояса домкратами, установленными в местах расположения V-образных стоек. Проектную геометрию фермы зафиксировали обваркой вставок стоек.

Несущие комбинированные арки опираются на распределительную железобетонную коробчатую балку через шарнирно-неподвижный и шарнирно-подвижный узлы. По их верхним поясам через каждые 5м уложены продольные прогоны из сварных балок двутаврового сечения. Крутильная жесткость верхнего пояса арок увеличена за счет его связи с прогонами дополнительными подкосами. Для обеспечения общей устойчивости покрытия в средней его части предусмотрен связевой блок.

Здание крытого конькобежного центра в Челябинске размерами 198x84 м - прямоугольное в плане. Поперечная рама (см. рис. 3) пролетом 83,4 м включает заземленные в основании стальные решетчатые колонны и шарнирно опирающийся на них ригель. Строительная высота здания - около 10 м, шаг рам - 12м. Пространственную жесткость каркаса обеспечивают конструкция поперечных рам, система прогонов, вертикальных и горизонтальных связей по колоннам, стойкам торцевого фахверка и покрытию. Кровлю из профилированного настила крепят к поперечным прогонам, установленным с шагом 4м на продольные прогоны, которые опираются на верхний пояс ригеля рамы с шагом 4,2м.

По конструкции покрытие аналогично описанному в предыдущем примере. Ригель рамы запроектирован в виде предварительно напряженной комбинированной арки, верхний и нижний пояса которой объединены двумя парами V-образных стоек. Верхний пояс - ломаного очертания. Его собирали из сварного двутавра высотой 1286мм (пояса - из листов 18x500 мм, стенка - из листов 10x1250 мм) с консольными свесами по 4,3м.

Нижний пояс выполнен из двух вертикальных полос размером 30x300 мм, а стойки - из труб диаметром 219 и толщиной стенки 11 мм. Узлы перелома нижнего пояса запроектированы шарнирными. Общая высота сквозного ригеля по осям поясов - 8 м.

К ВОПРОСУ О РЕНОВАЦИИ НЕИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Безвестных С.С.

Научный руководитель: к.арх., доцент Благиных Е.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

На примере Кузнецкого металлургического комбината города Новокузнецка рассматриваются возможности реконструкции и реновации (с переводом в общественные функции) неиспользованных промышленных территорий.

В последние годы проблема реновации промышленных территорий является особо актуальной. Под термином реновация понимается адаптивное использование зданий, сооружений, комплексов при изменении их функционального назначения.

Промышленность в эпоху индустриального общества являлась основным фактором экономического развития государства. Создаваемые в городах промышленные и другие производственные объекты, как правило, размещались в отдалении от центров городских поселений. Но мере разрастания города, расширения его экономических и социальных функций большинство предприятий оказывались в центре.

Реформы и кризисы 90-х годов привели к снижению эффективности работы весьма значительного числа предприятий: резко снижена производственная и экономическая активность. Крайне неэффективно используется общий производственный потенциал - земля, инженерные сооружения, подъездные и транспортные пути (средняя этажность промышленной застройки, как правило, составляет 1-2 этажа, плотность ее в 2-3 раза ниже нормативной). Часть предприятий фактически отказалась от производственной деятельности и занялась сдачей в аренду своих площадей.

Тенденция реновации старых производственных территорий наметилась еще в 1950-1960 гг. в Европе и Америке, когда старые промышленные зоны внутри городов, имеющие доступ к скоростным автомагистралям, вновь обрели свою привлекательность в связи с нехваткой свободных территорий в пригородах и наличием зданий и инфраструктуры в местах точечного девелопмента.

В нашей стране идея вывода промышленных предприятий и перепрофилирования их территорий стала детально прорабатываться в 1980-е годы. В то время Совет Министров СССР издал постановление, запрещающее строительство крупных промышленных предприятий в таких городах, как Москва, Ленинград, Свердловск, Казань, Красноярск. Предполагалось, что предприятия последовательно будут перемещать производственные мощности в средние и малые города, создавая в них филиалы своих производств.

Для промышленных центров распределение крупного производства означало, как результат, снижение выбросов промышленного производства в

окружающую среду, оздоровление экологии и социальной атмосферы, освобождение территории под рекреационно-культурные зоны. Естественно, что из городов намечалось выведение не всех промзон и предприятий. Оставалось пищевое производство, жилищно-коммунальное хозяйство, другие инфраструктурные производства, необходимые для нормальной жизни горожан. Крупные города, обеспеченные развитой сбалансированной сетью промышленности средних городов, приобретали бы постиндустриальный характер, становясь научно-исследовательскими и образовательно-культурными центрами. В связи с распадом СССР процесс вывода промзон в прежнем, социальном смысле, прекратился.

В настоящее время многие промышленные здания не используются по своему прямому назначению. С распадом СССР, некоторые предприятия так и не вышли на проектную мощность, некоторые вовсе перестали существовать. Потребность в тех или иных промышленных зданиях напрямую зависит от экономических процессов. Не всегда продукция, выпускаемая одним конкретным заводом становится не востребована на рынке, и чтоб остаться на плаву предприятие сокращает объемы производства, освобождая при этом площади полезного пространства.



Рисунок 1 – Демонтаж доменной печи Кузнецкого металлургического комбината, фото

В данной ситуации было бы более целесообразно придать зданию новую функцию – провести его реновацию. Это позволит сэкономить на строительстве

нового здания, и снять реновируемое здание с баланса собственников неспособных его содержать. Также реновация решает проблему застройки города. Многие города уже исчерпали лимит территорий под застройку новыми зданиями, вследствие чего, вопросы реконструкции и реновации становятся актуальными и первостепенными.

Наш регион один из самых динамично развивающихся регионов в стране. Но для получения максимального экономического эффекта от недвижимости промышленного производства, необходимо провести перепрофилирование неиспользуемых зданий. Тем самым будут решены многие актуальные вопросы современной градостроительной политики.



Рисунок 2 – Доменная печь - ДП№ 5- в Новокузнецке, фото

Новокузнецкий металлургический комбинат не планирует восстановление доменного производства. Об этом директор НКМК Глеб Мохов сообщил в интервью газете «Кузбасс». Он напомнил, что ранее работа доменного цеха позволяла на 100% обеспечивать собственное потребление со стороны электросталеплавильного цеха (ЭСЦ). В апреле 2009 года доменная печь №5 (см. рисунок 1) на НКМК была законсервирована, а в июне было принято решение о ее ликвидации. ОАО «НКМК» входит в состав холдинга «Evraz group S.A». Основным видом продукции предприятия является рельсобалочный длинномерный прокат. Теперь все доменное производство будет сосредоточено на другом предприятии холдинга - Западно-Сибирском металлургическом комбинате.

Впервые рассмотрена возможность эффективного использования освободившихся площадей литейных дворов доменного производства. На здания литейных дворов открывается хороший вид при движении по проспекту Курако, создаётся выразительный, запоминающийся силуэт (см. рисунок 2). Фасады зданий литейных дворов находятся в плачевном состоянии, и своим

видом значительно портят эстетический облик окружающих садово-парковых зон, и облик всего проспекта в целом. Доменная печь №5 располагается в центральном районе города Новокузнецк, вблизи крупных транспортных развязок. Идея реновации литейных дворов и корпуса ДП №5 под выставочный комплекс была положена в основу преддипломного исследования.

Объемно-пространственная композиция заброшенных зданий привлекательна именно как зданий – музеев, так как обладает определенной эстетикой. В свою очередь, с использованием площадей литейных дворов ДП №5 в качестве музея «Стали», можно освободить площади занимаемые музеем «Кузнецких металлургов», отведя их под социально значимые нужды горожан. ДП №5 – может стать символом олицетворяющим мощь металлургической промышленности города Новокузнецка.

На площадях литейных дворов могут разместиться музей «Кузнецких металлургов» с депозитарием, демонстрационные стенды, выставочные павильоны, в которых посетители смогут не только изучать историю металлургической промышленности, принципы производства, историю города, но и ознакомиться с образцами продукции выпускаемой ОАО «НКМК». Здесь же могут разместиться комплекс музейных служб, часть офисных помещений ОАО «НКМК», библиотека, пункт общественного питания (ресторан, кафе), развлекательные сооружения, ночной клуб и др.

Здание администрации КМК с заводской проходной, включено в список памятников архитектуры регионального значения. Перед ним разбита большая парковая зона с мемориалом памяти событий Великой Отечественной Войны.

Доменная печь уникальное инженерное сооружение, которое можно легко включить в список памятников промышленной архитектуры города. Совокупность зданий проходной, доменной печи, мемориала памяти и подземного тоннеля, может стать архитектурным ансамблем, каждое здание из которого, по сути, уже является памятником архитектуры.

Создание на месте бездействующих территорий промышленных предприятий современных многофункциональных комплексов с грамотно организованными общественными пространствами – одна из актуальных задач современной действительности.

УДК 624.078.4

ВЛИЯНИЕ ДЕФЕКТОВ ФЛАНЦЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ НА РАБОТУ СТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Гостев А.Г.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Астахова Л.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В соединениях многих конструкций широко применяются фланцевые соединения, в частности, в соединениях элементов конструкций трубчатого сечения, в рамных конструкциях и прочих. Фланцевые соединения

эффективные и наиболее простые болтовые соединения стальных конструкций, в тоже время требующие высокой точности изготовления и монтажа. Наличие дефектов при изготовлении или монтаже существенно влияет на работу такого соединения.

Исходя из опыта обследования таких конструкций, логично условно дефекты таких соединений разделить на 4 группы.

1) Болты установлены не по проекту – замена высокопрочных болтов болтами обычной прочности, болты не затянуты, некоторые болты не установлены.

Во фланцевых соединениях следует использовать высокопрочные болты обеспечивающие возможность восприятия поперечных сил и сплошности сечения [1, С. 90]. Применение болтов точности А допускается с согласованием с монтирующей организацией [2, С. 66].

Согласно [4, С. 3] фланцевые соединения элементов стальных конструкций, подверженные растяжению, изгибу или их совместному действию, следует выполнять только с предварительно напряженными высокопрочными болтами. Фланцевые соединения стальных конструкций, подверженных сжатию или совместному сжатию с изгибом при однозначной эпюре напряжений, следует выполнять на высокопрочных болтах без предварительного напряжения.

В случае использования высокопрочных болтов следует руководствоваться правилами [3]. По [3, С. 34-35] запрещается применение болтов, не имеющих на головке маркировки временного сопротивления, клейма предприятия изготовителя, условного обозначения номера плавки, а на болтах климатического исполнения – так же букв «ХЛ». Под головку высокопрочного болта и высокопрочную гайку должны быть установлены по одной шайбе. Допускается при разности диаметра отверстия и болта не более 4 мм установка одной шайбы только под элемент вращения, который обеспечивает натяжение болта.

В случае обнаружения дефекта – незатянутые болты, поскольку не затянутый болт не может включиться в работу, его необходимо затянуть.

Согласно [3, С. 34], заданное проектом натяжение болтов следует обеспечивать затяжкой гайки или вращением болта до расчетного момента закручивания, либо поворотом гайки на определенный угол, либо другим способом, гарантирующим получение заданного усилия натяжения.

Расчетный момент закручивания M , необходимый для натяжения болта, следует определять по формуле:

$$M = KPd;$$

где: K – среднее значение коэффициента закручивания, установленное для каждой партии болтов в сертификате предприятия изготовителя, либо определяемое на монтажной площадке с помощью контрольных приборов;

P – расчетное натяжение болта;

d – номинальный диаметр.

Гайки, затянутые до расчетного крутящего момента или поворотом на определенный угол, дополнительно ничем закреплять не следует.

После натяжения всех болтов в соединении старший работник-сборщик (бригадир) обязан в предусмотренном месте поставить клеймо.

После контроля натяжения и приемки соединения все наружные поверхности стыков, включая головки болтов, гайки и выступающие из них части резьбы болтов должны быть очищены, огрунтованы, окрашены, а щели в местах перепада толщин и зазоры в стыках зашпатлеваны.

В случае обнаружения дефекта – не установлен болт, его необходимо установить по проекту.

2) Толщина фланца не по проекту.

Согласно [4, С. 6] следует применять сочетания диаметра болтов и толщин фланцев: болт М20 – толщина фланца 20 мм, болт М24 – толщина фланца 25 мм, болт М27 – толщина фланца 30 мм.

При выполнении этих сочетаний проверка фланцевого соединения проводится согласно [4, С. 11-12] и проверяются:

- а) прочность болтов;
- б) прочность фланцев на изгиб;
- в) прочность соединения на сдвиг;
- г) прочность сварных швов соединения фланца с элементами конструкции.

При невыполнении этих сочетаний, согласно [6, С. 35-37] следует рассматривать три варианта работы соединения, зависящие от изгибной жесткости фланцев и соответственно от их толщины.

а) При большой изгибной жесткости фланца, разрушение происходит вследствие разрушения болтов.

б) В случае уменьшения изгибной жесткости фланца, при проектировании фланцев меньшей толщины, разрушение происходит вследствие разрушения болтов при частичном развитии пластических деформаций во фланце.

в) В случае использования тонких фланцев разрушение соединения происходит вследствие развития пластических деформаций во фланце.

В случае б) при частичном развитии пластических деформаций во фланце, соединение в целом работает в упругой стадии, но происходит перераспределение напряжения в соединении.

В случае в) развитие пластических деформаций приводит к образованию пластического шарнира, следовательно, к изменению расчетной схемы здания.

Кроме того согласно [5, С. 352], на болты, вместе с осевой нагрузкой, действуют изгибающие моменты. Основной причиной появления моментов является деформирование фланцев под нагрузкой.

Согласно [5, С. 373] изгибные напряжения в болте можно определить:

$$\sigma_M = k_M \frac{\rho}{227} \frac{R_{yf} L_1^3 d_b E_b}{t_{fl}^2 E};$$

где: k_M – эмпирический коэффициент, учитывающий предварительное натяжение болтов и шаг болтов, разницу между фактическим и теоретическим углом поворота головки болта;

R_{yf} – расчетное сопротивление стали фланца;

E – модуль упругости стали фланца;
 E_b – модуль упругости стали болта;
 L_1 – расчетный пролет фланца;
 d_b – диаметр болта;
 t_{fl} – толщина фланца;
 ρ – поправочный коэффициент, зависящий от соотношения погонной изгибной жесткости фланца i_{fl} и болта i_b .

Возникновение изгиба наиболее опасно для тонких фланцев.

Таким образом, при обнаружении толщины фланца не удовлетворяющей условиям [4, С. 6], необходимо определить по какому варианту будет работать соединение и, исходя из этого, провести перерасчет соединения и, при необходимости, всех конструкций здания.

3) Зазор между фланцами, перепад поверхностей (депланация).

Возникновение зазоров и перепад поверхностей может быть следствием неточностей монтажа и изготовления, в том числе к образованию зазоров приводит и «грибовидность» фланцев.

Перепад поверхностей во фланцевых соединениях приводит к появлению дополнительного момента и к сокращению контактной поверхности, от которой зависят силы трения, за счет которых соединение на высокопрочных болтах сопротивляется поперечным силам.

Согласно [3, С. 34] перепад поверхностей стыкуемых деталей свыше 0,5 и до 3 мм должен быть ликвидирован механической обработкой путем образования плавного скоса с уклоном не круче 1:10.

При перепаде высот более 3 мм необходимо устанавливать прокладки требуемой толщины, обработанные тем же способом, что и соединение.

Наличие зазоров во фланцевых соединениях так же приводит к возникновению дополнительных моментов и сокращению контактной поверхности, поэтому согласно [3, С. 35] щуп толщиной 0,3 мм не должен входить в зазоры между деталями соединения и в местах расположения болтов щуп толщиной 0,1 мм не должен проникать в зону радиусом 40 мм от оси болта.

В случае обнаружения небольших зазоров их необходимо устранить при помощи стягивания фланцев, что приводит к деформированию фланца и может привести к деформированию элементов конструкции. При этом согласно [5, С. 353] при стягивании фланцев происходит снижение предварительного натяжения в ранее поставленных болтах.

Кроме того, согласно [5, С. 382], в процессе затяжки болтов с одной стороны стенки двутавра, происходит искажение общей геометрии оси соединенных конструкций, при последовательной, двухсторонней и смешанной затяжке болтов искажение осей балок в горизонтальной плоскости не происходит.

4) Подкрепляющее ребро отсутствует.

Согласно [4, С. 8] необходимо устанавливать ребра жесткости при недостаточной несущей способности сварных швов, присоединяемого профиля к фланцу или при необходимости повысить несущую способность растянутых участков фланцевых соединений без увеличения числа болтов или толщины фланцев.

При этом толщина ребер жесткости не должна превышать 1,2 толщины элементов основного профиля, а длина должна быть не менее 200 мм.

Для двутавровых элементов ребра жесткости, как правило, следует устанавливать в плоскости стенки балки. При этом наличие ребра изменяет схему деформированной поверхности фланцев, расчет толщины фланцев проводится аналогично варианту без ребра жесткости.

Кроме того, согласно [5, С. 317], при установке ребра в растянутой части соединения, часть поперечной силы будет передаваться через это ребро.

Таким образом, наличие ребер жесткости существенно влияет на работу фланцевого соединения и в случае обнаружения отсутствия ребра предусмотренного проектом, требуется перерасчет соединения, либо его установка.

Выше были рассмотрены ряд дефектов встречающихся во фланцевых соединениях. Основной причиной возникновения дефектов является недостаточная квалификация работников и низкая культура труда. При этом фланцевые соединения обладают низкой компенсационной способностью, что затрудняет исправление дефектов в процессе монтажа.

При необходимости, усиление соединения может проводиться посредством установки ребер жесткости или соединяющих листовых вставок.

Библиографический список

1. СП 53-102-2004. Общие правила проектирования стальных конструкций
2. СНиП II-23-81*. Стальные конструкции
3. СНиП 3.0301-87. Несущие и ограждающие конструкции
4. Рекомендации по расчету, проектированию, изготовлению и монтажу фланцевых соединений стальных строительных конструкций. - М., Центральное бюро научно-технической информации, 1989. - 53 с.
5. Катюшин В.В. Здания с каркасами из стальных рам переменного сечения. - М.: Стройиздат, 2005. - 651 с.
6. Проектирование фланцевых соединений рамных узлов/ Криксунов З.З., Юрченко В.В., Перельмутер А.В.// ПГС. – 2010. - №2. – с.33-37

УДК 728.8

ОГНЕСТОЙКОСТЬ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ ИЗ ПЕНОПОЛИСТИРОЛА

Котлярова Т.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Зайцева Л.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Недавно на рынке появился такой строительный материал как несъемная опалубка из пенополистирола. По своей структуре пенополистирол схож со структурой природного материала, как кора пробкового дерева, он состоит из

микро гранул. Вспененный пенополистирол является экологически чистым и паронепроницаемым строительным материалом. Данный материал не радиоактивен, химически нейтрален (а значит, не является питательной средой для бактерий и плесневых грибов), устойчив к влажности, не разлагается и не загрязняет грунтовые воды, не привлекает насекомых и грызунов. Внешне пенополистирол похож на пенопласт, но кардинально отличается по своим физико-механическим свойствам, благодаря которым заслужил особое внимание как утеплитель и как форма для несъемной опалубки, которая гарантированно выдерживает давление бетона при монолитном строительстве. По своей внешней схожести его хоть и путают с пенопластом, но, во время изготовления сырья, из него исключают вредные примеси фенола, и добавляют добавки, которые препятствуют горению материала. Строительный пенополистирол был изобретен в середине XX века. В Европе, Канаде, США и других странах, давно и широко применяющих технологию монолитного строительства домов с применением пенополистирольной несъемной опалубки, достаточно высокие требования по экологии и санитарные нормы, и пока ни у кого нареканий не было.

При проектировании и строительстве зданий и сооружений учитываются требования технических условий на рассматриваемые конструкции, а также другие нормативные документы, отражающие противопожарное состояние объекта и мероприятия по его обеспечению.

В соответствии п. 5.18* СНиП 21-01-97* к несущим элементам здания относятся конструкции участвующие в обеспечении общей устойчивости и геометрической неизменяемости здания, т. е. в данном случае к несущим элементам здания относятся наружные и внутренние несущие стены, а также элементы перекрытий. В соответствии с техническим заданием заказчика рассмотрению подлежат только наружные и внутренние несущие стены, возводимые с применением несъемной опалубки.

Согласно ГОСТ 30247.1-94 «Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции» устанавливаются следующие предельные состояния и обозначения пределов огнестойкости рассматриваемых строительных конструкций:

R – потеря несущей способности (обрушение) конструкции;

E – потеря целостности вследствие образования в конструкции сквозных отверстий, через которые на необогреваемую поверхность могут проникать пламя и продукты горения.

I – потеря теплоизолирующей способности вследствие повышения температуры на необогреваемой поверхности конструкции в среднем более чем на 140 °С или в любой точке этой поверхности более чем на 180 °С в сравнении с температурой конструкции до испытания или более 220 °С независимо от температуры конструкции до испытания (в рассматриваемой случае только для внутренних стен).

Испытания конструкций наружных стен на огнестойкость, проводят со стороны более вероятного развития пожара, т. е. с внутренней стороны. Испытания внутренних несущих стен имеющих несимметричное сечение проводят с обеих сторон, либо со стороны более вероятного развития пожара.

Имеющиеся во ВНИИПО (Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский институт противопожарной обороны) экспериментальные данные позволяют оценить огнестойкость рассматриваемых конструкций несущих стен без проведения огневых испытаний.

На экспериментальной базе ВНИИПО были проведены исследования по определению предела огнестойкости двух образцов фрагмента наружной несущей стены, изготовленной по технологии несъемной (оставляемой) опалубки, имеющей следующее конструктивное исполнение.

Опытный образец фрагмента наружной несущей стены размерами 2200×1200×293 мм представлял собой многослойную конструкцию, основой которой являлась монолитная железобетонная панель.

Панель была изготовлена из бетона класса В25, толщина несущего слоя бетона – 160 мм. Армирование выполнялось из арматуры класса А-III Ø 12 мм вязаными сетками с ячейкой 200×200 мм в два ряда, укладываемых во внутреннее пространство блока опалубки. Соединение арматуры осуществлялось пластиковыми хомутами.

В качестве несъемной (оставляемой) опалубки использовались плиты из экструдированного пенополистирола толщиной 60 мм (внешний слой) и блоки теплоизоляционные из пеностекла, толщиной также 60 мм (внутренний слой). Части оставляемой опалубки соединялись между собой с помощью специальных крепежных пластиковых элементов обеспечивающий крепление бортовых элементов на жестко фиксированном расстоянии между собой, создавая, таким образом, объемный блок несъемной (оставляемой) опалубки. Шаг крепежных элементов составлял 200 мм.

В качестве обшивки внутреннего теплоизоляционного материала (пеностекла) использовались листы ГКЛ ГОСТ 6266-89. Обшивка выполнялась в один слой, толщина листа 12,5 мм. Крепление листов ГКЛ осуществлялось с помощью самонарезающих шурупов 3,5×35 мм, которые вкручивались в крепежные элементы опалубки.

Испытания были проведены под действием постоянной равномерно-распределенной нагрузки равной 200 т/п.м. Опытные образцы подвергались огневому воздействию с внутренней, облицованной листами ГКЛ стороны.

На момент окончания огневого воздействия (125 мин.), достижения предельных состояний опытных образцов фрагмента наружной несущей стены, определяемых в соответствии с ГОСТ 30247.1, зафиксировано не было.

Таким образом, экспериментальным путем было установлено, что испытанный фрагмент несущей стены имеет фактический предел огнестойкости не менее REI 120.

Исходя из этого, на основании проведенных, на экспериментальной базе ВНИИПО исследований по определению предела огнестойкости фрагмента несущей стены, имеющей в целом сходное, с рассматриваемой в данном заключении несущей стеной конструктивное исполнение, а также проведенных теплотехнических расчетов, может быть установлено:

– предел огнестойкости несущей стены как наружной, так и внутренней, возводимой с применением несъемной опалубки из вспененного полистирола, будет не менее REI 120 в случае использования бетона марки не ниже

испытанного (В25), а также близкой по конструктивному исполнению (шаг, диаметр, марка арматуры) схемы армирования.

Делая вывод можно сказать, что как и многие другие строительные материалы, изделия из пенополистирола могут воспламеняться. При оценке их огнестойкости следует учитывать то, что она определяется не только специфическими свойствами материала, но условиями его применения и использования. Существенное влияние на огнестойкость пенопласта оказывает комбинация с другими строительными материалами, так и расположение часто необходимых или желательных защитных и покровных слоев. Что касается свойств материала, то здесь следует различать группу пенополистиролов, использующихся в строительстве, в состав которых входит антипирен, придающий материалу свойство самозатухания. У этих материалов существенно снижена воспламеняемость и распространяемость пламени на поверхности. При горении вспененного полистирола выделяется около 1000 МДж/м³ тепловой энергии. Для сравнения, при горении сухой древесины выделяется 7000...8000 МДж/м³. Таким образом, при равном объеме пенополистирол дает значительно меньшее повышение температуры при пожаре.

Библиографический список

1. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений / Госстрой РФ. - М.: ЦИТП Госстроя РФ, 1998.
2. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы / Госстрой СССР.-М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1987.

УДК 624.014:004.9

ПРИМЕНЕНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ КУРСА «МЕТАЛЛИЧЕСКИЕ КОНСТРУКЦИИ»

Царапкина Е.Е., Рыжкова Е.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Реморов В.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время развитие компьютерных технологий позволяет решать широчайший круг задач, как в домашнем применении, так и в области бизнеса. На мировом рынке программных продуктов пользователям предлагаются специализированные программы и целые интегрированные пакеты программ, отвечающие все возрастающим запросам их потребителей.

Предположим, что мы являемся фирмой, и что наша фирма хочет представить свою продукцию группе потенциальных заказчиков. Соответственно, мы должны рассказать как можно больше интересного о нашем товаре: о том, как давно мы работаем на рынке, о связях с другими фирмами в своей стране и за рубежом, о том, как развивается наше дело. Другими словами, мы должны убедить аудиторию в том, что мы надежный и

солидный партнер, что в процессе работы с нами у заказчика не возникнет никаких проблем. От того, как мы справимся с этой задачей, естественно, будет зависеть и коммерческий успех нашего предприятия. Поэтому подготовке доклада необходимо уделить большое внимание и постараться провести его на должном уровне с использованием самых современных технологий.

В Microsoft Office для этого имеется превосходное средство — PowerPoint. С помощью этой программы мы можем подготовить выступление с использованием слайдов, которые потом можно напечатать на прозрачных пленках, бумаге, 35-миллиметровых слайдах или просто продемонстрировать на экране компьютера или проекционного экрана, можно также создать конспект доклада и материал для раздачи слушателям.

В данной работе рассмотрены возможности и технология работы с программой PowerPoint 7.0, входящей в состав пакета MS OFFICE 7.0 для Windows XP.

Во время учебных занятий современные мультимедийные технологии предоставляют новые возможности, т.к. они позволяют лектору, в процессе чтения лекции, одновременно пользоваться текстом, графикой, звуком, видео. Использование мультимедийных технологий в лекционных курсах способствует улучшению концентрации внимания студентов, процессов понимания и запоминания, формированию ясных представлений, усвоению теоретических знаний.

Мультимедийная лекция, по сравнению с традиционной лекцией более эффективна, т.к. она позволяет: повысить информативность лекции, осуществляет повтор наиболее сложных моментов лекции, и позволяет редактировать лекцию в том месте, где это необходимо. Главное преимущество мультимедийных лекций состоит в возможности взаимодействия преподавателя как с компьютером, так и одновременное общение со студенческой аудиторией.

Эффективность мультимедийных технологий в учебном процессе можно проследить по гистограмме функционального состояния студентов, из которой видно, что у обучающихся, после лекции с применением мультимедийных технологий, проявилось улучшение настроения, повысилась бодрость и концентрация внимания, а так же уменьшилась напряженность. Таким образом, использование мультимедийного сопровождения существенно улучшает восприятие и осмысление рассматриваемых вопросов студентами, создает более комфортные условия для аудиторной работы студентов и преподавателей.

В настоящее время существует большое множество программных средств для разработки мультимедийных систем. Наиболее распространенным является программное средство Microsoft PowerPoint версии 7.0, входящей в состав пакета MS OFFICE. PowerPoint содержит систему слайдов, в поле которых можно вставить текст, графику, а также таблицу или диаграмму. Программа позволяет отобразить необходимую информацию в любом порядке, редактирует и осуществляет повтор или переход к необходимому материалу, отображенному на слайде. Помимо всего PowerPoint содержит большое количество шаблонов на различные темы, оформленные определенным образом, которые можно применить к слайдам. При этом изменится только

внешний вид презентации, а не его содержание. Для разработки лекционного курса целесообразно использовать именно PowerPoint, т.к. эта программа оказалась наиболее удобна в представлении учебного материала, по сравнению с другими программами. В процессе выполнения дипломной работы, можно понять, что программа Microsoft PowerPoint позволяет получать отличные результаты, и в то же время ее легко использовать, поскольку именно она, особенно совместно с пояснениями лектора, помогает выполнять огромный объем работы.

Кроме названных возможностей программы PowerPoint, к примеру, программа Adobe Flash CS3 Professional позволяет создавать еще и анимации, т.е. задает объектам перемещение с любой заданной скоростью и направлением.

Более сложные анимации создаются в 3-хмерном, т.е. объемном пространстве, при помощи программного средства 3D Studio MAX. Данное программное увеличивает качество и уровень представляемой информации.

Кроме рассмотренных программ существуют другие программные средства работающие с различными графическими объектами с текстами, а так же с фотографиями, видеofilmami. (Adobe Photoshop, Painter, CorelDRAW, Animation Shop и др.).

В результате анализа программных средств Microsoft PowerPoint и Adobe Flash Professional, составлены блок-схемы каждой из программ. Они построены по единому принципу, т.е. блок-схемы объединяют рабочие процессы и пространства, которые соответственно реализуются возможностями самих программ. Различия данных программных средств заключаются в том, что PowerPoint производит анимацию объектов в целом, а Flash задает еще и перемещение элементам, т.е. частям объекта.

Разработанный мультимедийный вариант лекций состоит из набора слайдов, которые содержат в себе не только текстовый материал, но и графическую часть, а именно рисунки, формулы и таблицы, а также смешанные типы слайдов. К смешанным типам слайдов относятся слайды, которые состоят из нескольких типов сразу. Например, смешанным может быть слайд, включающий в себя текст и рисунок, или текст и таблицу, и т.д.

УДК 624:004.9

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ И МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

Титов В.А., Шабалин К.С.

Научный руководитель: д.т.н. профессор Реморов В.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

С развитием информационных технологий появился новый образовательный ресурс – электронные лекции. Под электронными лекциями принято понимать набор учебных материалов, включающий текст лекций, демонстрационный материал, дополнительные сведения по теме лекций и др.,

оформленные в виде отдельных файлов.

Информация к учащемуся может поступать разными способами: со словами преподавателя, с текстом и в виде графического изображения.

Люди в силу своих особенностей воспринимают различные типы информации с разной эффективностью. При этом визуальное восприятие информации играет наиболее важную роль. Народную мудрость: лучше один раз увидеть, чем сто раз услышать еще никто не отменял.

На данный момент существует большое количество программных комплексов для расчетов строительных конструкций и мультимедийных программ для отображения результатов.

В данной работе для определения напряженно-деформированного состояния строительных конструкций использовалась ПК ЛИРА 9.4, а для отображения деформаций - программа 3Ds Max.

Программный комплекс ЛИРА (ПК ЛИРА) – это многофункциональный программный комплекс для расчета, исследования и проектирования конструкций различного назначения. Кроме общего расчета модели объекта на все возможные виды статических нагрузок, температурных, деформационных и динамических воздействий (ветер с учетом пульсации, сейсмические воздействия и т.п.) ПК ЛИРА автоматизирует ряд процессов проектирования: определение расчетных сочетаний нагрузок и усилий, назначение конструктивных элементов, подбор и проверка сечений стальных и железобетонных конструкций с формированием эскизов рабочих чертежей колонн и балок. ПК ЛИРА позволяет исследовать общую устойчивость рассчитываемой модели, проверить прочность сечений элементов по различным теориям разрушений. ПК ЛИРА предоставляет возможность производить расчеты объектов с учетом физической и геометрической нелинейностей, моделировать процесс возведения сооружения с учетом монтажа и демонтажа элементов. В ПК ЛИРА имеется возможность визуального отображения напряженного и деформированного состояний.

Программный комплекс 3Ds Max позволяет создавать как плоскую, так и трехмерную объектную анимацию и обладает широкими возможностями для ее визуализации.

При создании отдельных изображений и анимационных видеоклипов 3Ds Max позволяет:

- создавать модели геометрической формы любых трехмерных объектов - от простейших, наподобие сферы, цилиндра или прямоугольного параллелепипеда, до таких сложных по форме объектов природного происхождения, как деревья, тела животных или поверхность воды;

- имитировать физические свойства материалов и объектов;

- имитировать освещение трехмерной сцены;

- визуализировать моделируемые объекты на реальном фотографическом фоне с точным согласованием перспективы и с тенями, отбрасываемыми на этот фон;

- анимировать практически все параметры объектов: их формы, размеров, пространственного положения, цвета и прочих характеристик материалов;

- реализовать различные способы управления перемещением или изменением свойств объектов в процессе анимации, обеспечивающих возможность достоверной имитации самых разных типов движений и состояний;
- моделировать динамические свойства движущихся объектов с учетом их соударений, сил тяжести, трения или упругости.

Процесс моделирования в программе 3Ds Max предусматривает моделирование объекта, назначение материалов модели, установка камер и источников света с последующей визуализацией модели объекта.

В настоящей работе исходные данные для построения анимации были получены в результате расчета модели вертикального стального резервуара РВС-5000 (см. рисунок 1), выполненного в программном комплексе ЛИРА 9.4.

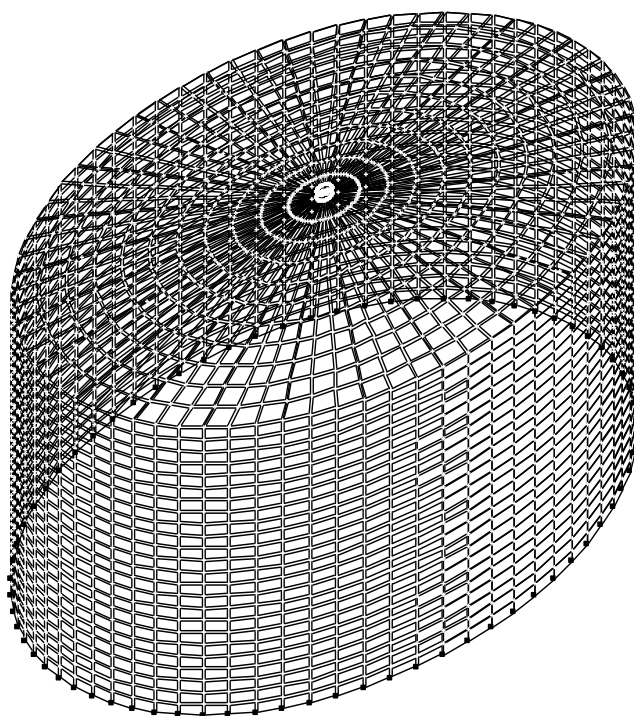


Рисунок 1 – Геометрическая модель резервуара

В качестве примера на рисунке 2 приведена в виде графического файла результат расчета модели вертикального стального резервуара РВС-5000 в ПК Лира 9.4 на действие ветровой нагрузки.

Построение анимаций в программе 3Ds Max осуществляется по следующей методике:

- Полученное в результате расчетов в ПК Лира 9.4 конечное деформированное состояние модели объекта фотографируется и, затем, импортируется в программу AutoCad;
- С помощью соответствующих инструментов программы AutoCad прорисовывается контур деформации объекта;
- Полученный контур импортируется в программу 3Ds Max;
- С помощью модификатора масштабирования производится совмещение контура деформаций с моделью объекта 3Ds Max;
- Используя систему соответствующих модификаторов 3Ds Max воспроизводятся точно по контуру деформации объекта.

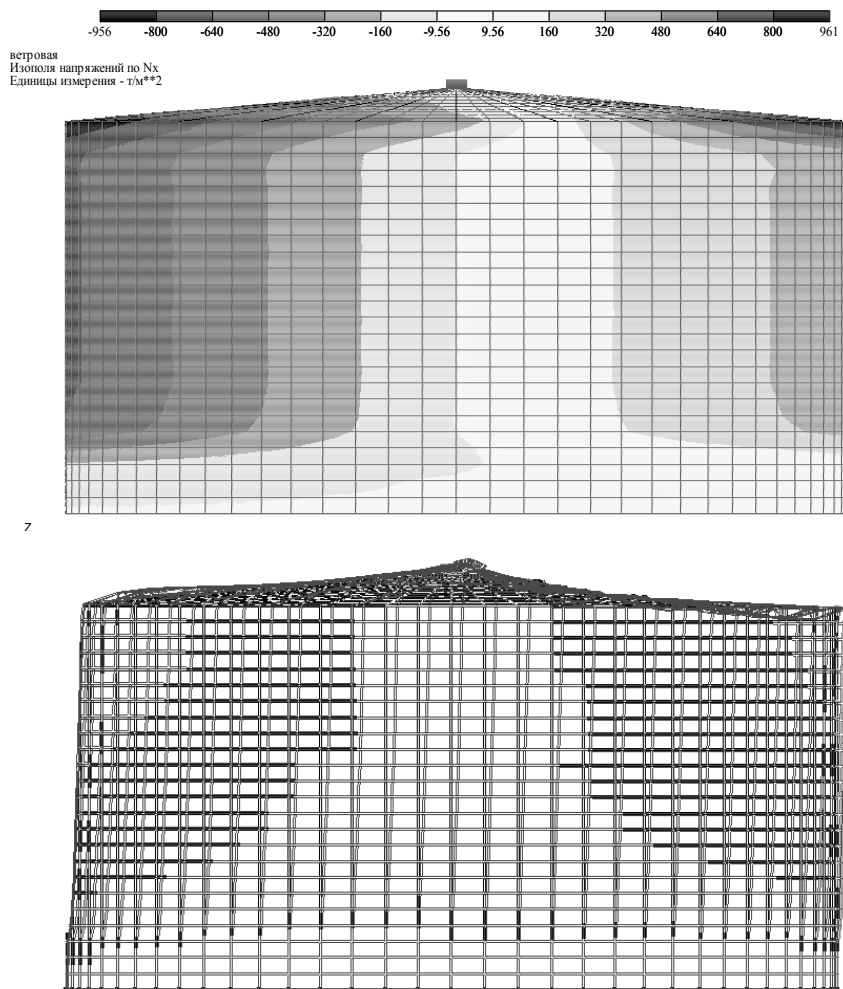


Рисунок 2 – Изополю напряжений (а), деформированное состояние резервуара (б) от действия ветровой нагрузки

Как было отмечено выше, в 3Ds Max для отображения процесса развития деформаций использовали численные значения перемещений, полученные в результате расчетов в ПК Лира 9.4.

Для создания анимаций в системе 3Ds Max необходимо задать начальные (рисунок 3) и конечные (рисунок 4) условия процесса развития деформаций, а промежуточные состояния программа достраивает автоматически.

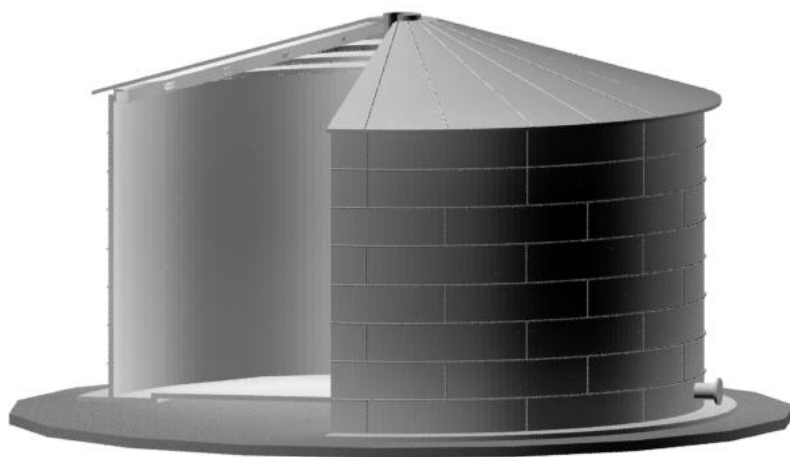


Рисунок 3 – Исходная модель резервуара

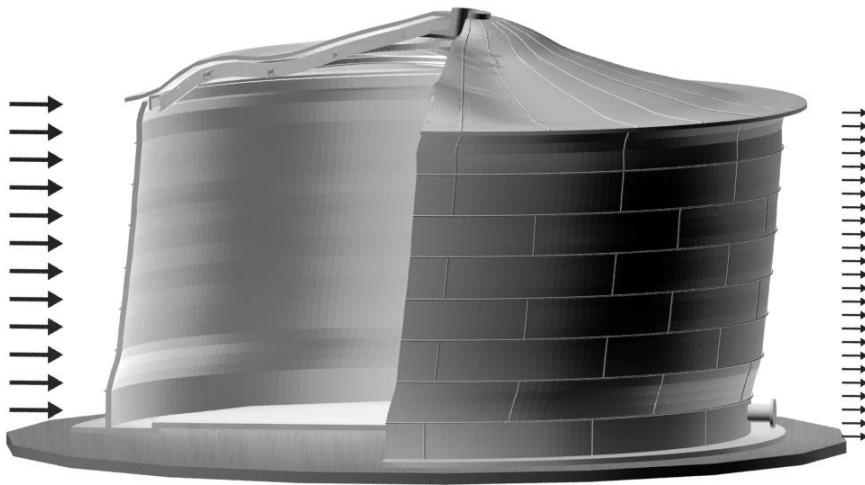


Рисунок 4 – Деформированное состояние резервуара от действия ветровой нагрузки

Полученные по предлагаемой методике графические и анимационные материалы можно эффективно использовать в учебном процессе при изучении строительных конструкций.

УДК 624.014:004.9

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ СРЕДСТВ В ИЗУЧЕНИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Родин И.В.

Научный руководитель: доцент Валкнер Э.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время ускорения научно-технического прогресса, когда владение необходимой информацией становится важнейшим инструментом в любой сфере человеческой деятельности, важнейшая задача - научить жить в информационном мире, уметь находить и использовать необходимые знания. В новом информационном обществе преподаватель уже не может быть основным и единственным источником знаний об окружающем мире, что само собой ведет к изменению форм учебной работы. Традиционный объяснительно-иллюстративный метод обучения уступает индивидуальной, самостоятельной и групповой деятельности, для этого необходимо научить различным способам работы и необходимо усилить роль поисково-исследовательской деятельности. Внедрение этой деятельности позволяет учителю организовать освоение современных информационных технологий, сформировать у студентов необходимые навыки самостоятельной работы с современными системами, позволяет одновременно использовать различные способы представления информации. За последние несколько лет список технических средств обучения в учреждениях образования заметно обновился. Это связано как с расширением возможностей компьютерной техники, так и появлением новых видов

мультимедийной техники, ранее отсутствовавшей или несуществовавшей вовсе. В настоящее время на рынке широко представлены другие образцы техники, такие как мультимедийные проекторы, интерактивные доски, сенсорные экраны и т. д. При этом основой любой мультимедийной презентации являются: сюжетная линия, сценарий и навигационная структура. И именно навигационная структура является отличительной особенностью мультимедийных презентаций, поскольку обеспечивает пользователю преимущество интерактивности - возможность непосредственного взаимодействия с мультимедиа. Навигационная структура, как правило, представлена «меню управления», с помощью которого и осуществляется демонстрация презентации в целом или отдельных ее частей.

Мультимедийные презентации помогают за короткий срок донести информацию до аудитории, наглядно показать объекты в трехмерном измерении, что особенно важно при изучении вопросов проектирования листовых металлических конструкций резервуаров по программе учебной дисциплины «Конструкции специального назначения». Листовые конструкции представляют собой различные сооружения типа оболочек, несущей основой которых являются плоские или изогнутые металлические листы (пластинки и оболочки). Они применяются для хранения, перегрузки, транспортирования, технологической переработки жидкостей, газов и сыпучих материалов. Листовые конструкции находят очень широкое распространение во всех областях промышленности и составляют по массе около 20% всех применяемых металлических конструкций.

Ряд специфических особенностей расчета, проектирования и изготовления листовых конструкций выделяет их в самостоятельную группу металлических конструкций. Рабочими элементами листовых конструкций являются пластинки и оболочки, расчет которых выполняется довольно сложными методами. Поверхности оболочек образуются геометрическими построениями с высокой степенью точности. Листовые конструкции должны иметь плотнопрочные соединения, поэтому в них много сварных швов. Конструкции больших размеров приходится собирать на монтаже из отдельных листов, что увеличивает трудоемкость при одновременном требовании очень высокого качества работ.

Современная мультимедийная презентация – это один из самых перспективных инструментов, позволяющий одновременно задействовать графическую, текстовую и аудиовизуальную информацию. Иначе говоря, мультимедийные презентации представляют собой сочетание самых разнообразных средств предоставления информации, объединенных в единую структуру. Чередование или комбинирование текста, графики, видео и звукового ряда позволяет донести информацию о продукте, компании или услуге в максимально наглядной и легко воспринимаемой форме.

ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД ОТ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА И ФОСФОРА

Авраменко Л.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Благоразумова А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

При соответствующих условиях под действием аэробных микроорганизмов (нитрифицирующих бактерий) происходит окисление азота аммонийных солей, в результате чего образуются сначала соли азотистой кислоты, а при дальнейшем окислении — соли азотной кислоты, т.е. происходит процесс нитрификации. Связанный кислород отщепляется от нитритов и нитратов под действием микроорганизмов (денитрифицирующих бактерий) и вторично расходуется для окисления органического вещества. Процесс этот называется денитрификацией. Он сопровождается выделением в атмосферу свободного азота в форме газа. Процесс денитрификации осуществляется только когда растворенный кислород отсутствует или его концентрация невелика.

Процесс нитрификации является конечной стадией минерализации азотсодержащих органических загрязнений. Наличие нитратов в очищенных сточных водах служит одним из показателей степени их полной очистки.

В настоящее время практически перед всеми Водоканалами Российской Федерации остро стоит вопрос: как в сжатые сроки при минимальных капитальных затратах произвести реконструкцию очистных сооружений канализации. Перед этим необходимо внедрение новых технологий очистки сточных вод и обработки осадков, обеспечив снос в водоем биогенных элементов в пределах ПДК. Способ нитри-денитрификации может быть реализован по трем схемам.

Согласно первой схеме, процесс нитри-денитрификации осуществляется в биореакторе, работающем в режиме контактной стабилизации. Принципиальное отличие этого метода заключается в совмещении пяти последовательно протекающих в одном сооружении процессов: окисление органических веществ в бескислородных условиях, доокисление органических веществ в аэробных условиях, окисление аммонийного азота до нитритов и нитратов, отстаивание иловой смеси и спуск сточной воды из биореактора. Биореактор работает в периодическом режиме без рециркуляции нитрифицированного ила. Полный цикл перечисленных процессов совершается один или два раза в сутки.

Окисление органических веществ в бескислородных условиях происходит при поступлении в биореактор свежих порций осветленной сточной воды. Доокисление неиспользованных на стадии денитрификации органических веществ протекает при непрерывной подаче воздуха в биореактор. При достижении БПК_{полн} 20-30 мг/л в биореакторе начинает интенсивно развиваться процесс нитрификации. Полное окисление аммонийного азота до нитритного и нитратного завершается за 3-4 часа. Период

отстаивания иловой смеси занимает 1-2 часа, примерно за такое же время завершается спуск из биореактора биологически очищенной сточной воды.

Основным достоинством метода контактной стабилизации является высокая степень очистки сточной воды по всем показателям, за исключением фосфора.

По второй схеме сточная вода последовательно проходит три зоны: анаэробную, бескислородную (денитрификатор) и аэробную (нитрификатор). Особенностью удаления азота из сточной воды в биореакторе, состоящем из трех зон, заключается в предварительной аммонификации осветленной сточной воды перед ее подачей в бескислородную зону и наличием двух внутренних и одного внешнего контуров циркуляции активного ила.

В состав очистных сооружений канализации включены два биореактора, каждый из которых состоит из семи зон (рис.1): две анаэробные зоны, далее следуют три бескислородные зоны (денитрификатор) и две аэробные зоны (нитрификатор).

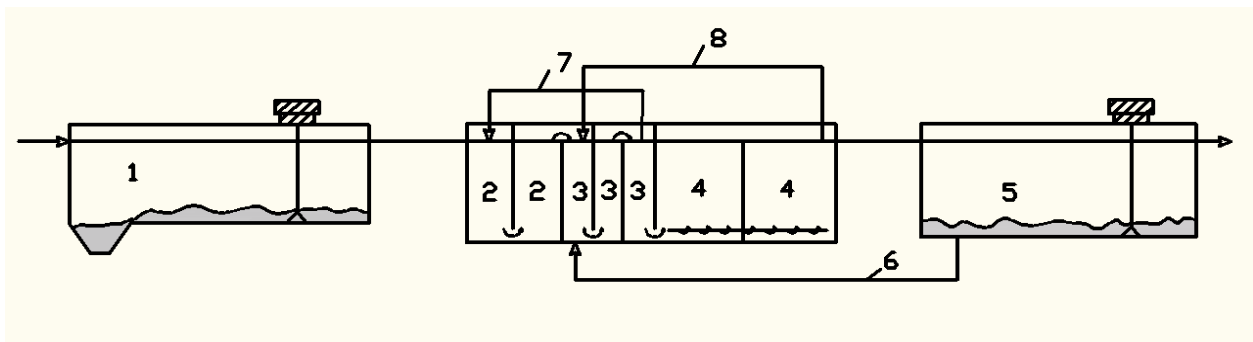


Рисунок 1 – 1 -первичный отстойник; 2-анаэробные зоны; 3-бескислородные зоны; 4- аэробные зоны; 5-вторичный отстойник; 6-рециркуляция активного ила по внешнему контуру; 7-рециркуляция активного ила из бескислородной зоны в анаэробную; 8 рециркуляция активного ила из аэробной зоны в бескислородную

Наконец, третья, самая простая технология удаления азота и фосфора из сточной вод (рис. 2), реализуется в двух зонах биореактора. В первой (бескислородной) зоне устраивается денитрификатор, во второй (аэробной) – нитрификатор. В нитрификаторе производится «симультанное» осаждение фосфора, т.е. связывание фосфора в труднорастворимую соль ортофосфорной кислоты ($FePO_4$) благодаря введению в нитрификатор хлорного железа ($FeCl_3$).

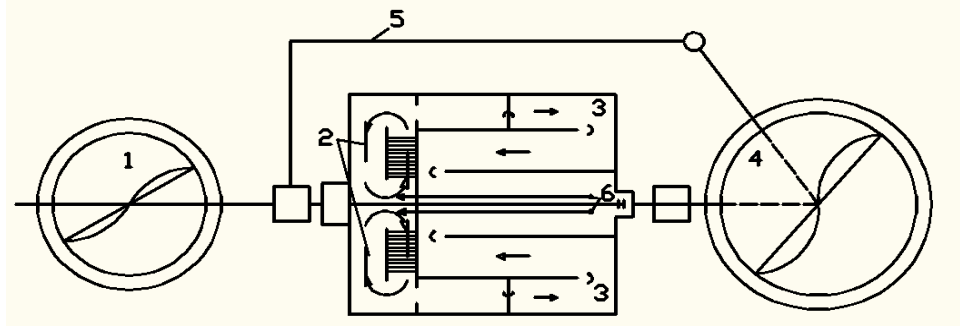


Рисунок 2 – 1-первичный отстойник; 2-денитрификатор; 3-нитрификатор; 4-вторичный отстойник; 5-рециркуляция активного ила по внешнему контуру; 6-рециркуляция активного ила по внутреннему контуру

Биореактор имеет два контура циркуляции нитрифицированного активного ила: внешний и внутренний. Внешний контур организован между вторичными радиальными отстойниками, денитрификаторами и нитрификаторами. Внутренний контур предусматривает циркуляцию нитрифицированного активного ила между нитрификаторами и денитрификаторами.

Наиболее перспективным методом удаления соединений фосфора из сточных вод является комбинированный метод удаления, предполагающий сочетание процессов биологической очистки и химического осаждения с введением СаО. Данная технология предусматривает обработку сточных вод в сооружениях традиционной биологической очистки, после которой активный ил из вторичных отстойников направляется в илоуплотнители — дефосфатизаторы. Находясь в илоуплотнителе, активный ил подвергается дефосфатизации, т.е. клетки микроорганизмов высвобождают в окружающую среду фосфор в виде ионов PO_4^- . Таким образом, иловая вода обогащается ионами PO_4^- , а активный ил теряет фосфор. Причем, он остается жизнеспособным при потере фосфора из клетки до 80%. Из дефосфатизатора активный ил возвращается в аэротенк, где в присутствии растворенного кислорода и питательного субстрата он компенсирует потерю фосфора. Иловая вода, обогащенная ионами PO_4^- , направляется на физико-химическую очистку. Эффект удаления фосфатов составляет 95–98%. К сожалению, недостатком данной технологии являются большие объемы дефосфатизаторов.

Библиографический список

1. Канализация населенных мест и промышленных предприятий/ Н.И. Лихачев, И.И. Ларин, С.А. Хаскин и др.; под ред. В.Н. Самохина – М.: Стройиздат, 1981. – 639с.
2. Хуторнюк Г.Н., Гундырева Т.М., Амбросова Г.Т., Функ А.А. Опыт удаления биогенных элементов из сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника, Вып. 3, 2009, С 37-40.
3. Куликов Н.И., Куликов Д.Н. Трехстадийная технология биологической очистки городских сточных вод // Водоснабжение и санитарная техника, Вып. 11, 2008, С 61-64.

УДК 628

МЕМБРАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ

Костина Е.С.

Научные руководители: профессор Гохман Б.М., доцент Ланге Л.Р.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

С каждым годом растет потребность людей в воде, пригодной для использования, и в то же время, естественные воды непрерывно загрязняются

деятельностью человека. Мембранные технологии внедряются в практику отечественной промышленной водоподготовки в последнее десятилетие. В отличие от традиционных методов (коагуляция, флотация, скорый фильтр), требующих больших площадей, многошаговой технологии обработки, значительного количества эксплуатационного персонала, обладают следующими преимуществами: высокая эффективность технологии, компактность, минимальное использование химикатов, полная автоматизация управления системой, простой процесс замены мембран, длительный (долгий) срок эксплуатации.

Основное отличие мембран от обычных фильтрующих сред состоит в том, что они тонкие, и удаляемые примеси задерживаются не в объеме, а только на поверхности мембраны.

Современные мембранные технологии, применяемые для водоснабжения включают четыре вида: микрофильтрацию, ультрафильтрацию, нанофильтрацию и гиперфильтрацию (обратный осмос). Мембраны этих видов отличаются размером пор мембран и соответственно размером задерживаемых примесей.

Наименее требовательны к составу входной воды мембраны микро- и ультрафильтрации. Эти мембраны допускают обработку хлорированной воды, высокое содержание взвешенных частиц (от 50 до 40 000 мг/л в зависимости от типа мембран) и работают в широком диапазоне рН (от 1 до 13). Мембраны ультрафильтрации наиболее часто применяются на водоочистных станциях.

Ультрафильтрационные мембраны имеют наиболее крупные поры диаметром от 1 до 0,05 микрон ($1 \text{ мкм} = 10^{-6} \text{ м}$) и работают обычно при давлениях 2-5 бар. Ультрафильтрационные мембраны позволяют задерживать тонкодисперсные и коллоидные примеси, макромолекулы (нижний предел молекулярной массы составляет несколько тысяч), водоросли, одноклеточные микроорганизмы, цисты, бактерии и вирусы. Таким образом, использование мембранной ультрафильтрации для очистки воды позволяет сохранить ее солевой состав и осуществить осветление и обеззараживание воды без применения химических веществ, что делает эту технологию перспективной с экологической и экономической точек зрения.

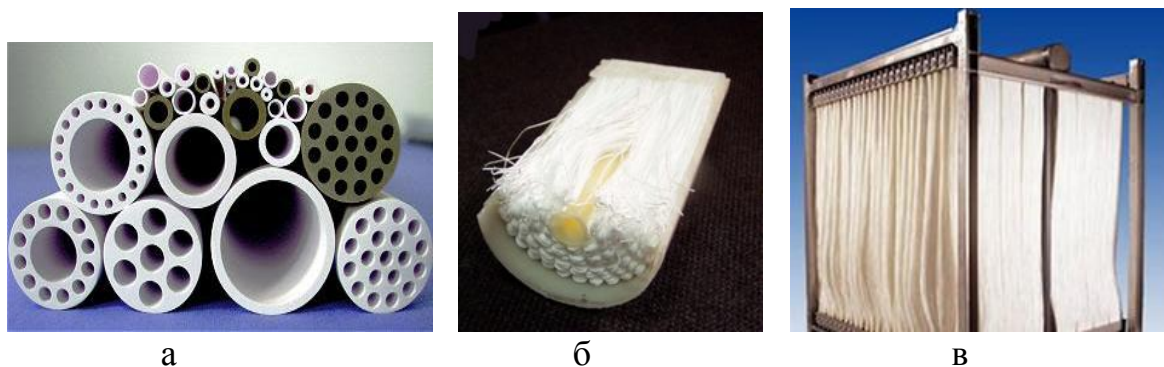


Рисунок 1 – Виды мембран: трубчатые (а), полволоконные (б) и плоские (в)

При применении ультрафильтрации для обработки вод поверхностных источников из воды удаляются взвешенные частицы, коллоиды, бактерии,

вирусы, водоросли и высокомолекулярные органические соединения. При предварительной коагуляции эффект осветления и степень извлечения органических соединений существенно увеличивается. Такой метод очистки воды малочувствителен к изменениям дозы коагулянта, так как образующиеся хлопья отфильтровываются независимо от их размера. При этом не требуется продолжительное время для формирования крупных хлопьев и отпадает необходимость в камере хлопьеобразования. Качество очищенной воды после обработки на фильтре с ультрафильтрационными мембранами стабильно хорошее независимо от состава исходной воды и безопасно по микробиологическим показателям.

Стандартные модули ультрафильтрации обеспечивают удаление бактерий и вирусов на уровне не менее 99,99%, показывая высокую технологическую и санитарную надёжность. Если сравнивать с традиционными методами дезинфекции воды (ультрафиолетовое обеззараживание, хлорирование, озонирование и т.д.), то при ультрафильтрации происходит физическое устранение микроорганизмов из воды. Это объяснимо тем, что диаметр пор в ультрафильтрационной мембране значительно меньше размеров вирусов и бактерий. Таким образом, первичное хлорирование воды не требуется, а обеззараживание осуществляется уже непосредственно перед подачей воды потребителю.

Ультрафильтрация также часто используется в комбинации с другими методами:

1. флокуляция и ультрафильтрация - добавление флокулянта перед ультрафильтрацией позволяет укрупнить трудноудаляемые небольшие органические молекулы. В составе комплексов с флокулянтами эти соединения успешно задерживаются ультрафильтрационной мембраной;

2. активированный уголь и ультрафильтрация - комбинация ультрафильтрации с активированным углем позволяет удалить, кроме высокомолекулярных органических соединений, низкомолекулярные органические соединения, газы, пестициды. Однако при большом содержании низкомолекулярных органических веществ поры угля очень быстро забиваются и необходима частая замена фильтрующего материала;

3. ультрафильтрация и нанофильтрация /обратный осмос - в такой последовательности ультрафильтрация служит предочисткой перед более тонкими методами, что позволяет улучшить эксплуатационные характеристики нанофильтрационных и обратноосмотических мембран.

Технология обработки воды с помощью ультрафильтрационных мембран заключается в «тупиковой» фильтрации воды через мембрану без сброса концентрата. Такой режим работы позволяет сократить расход воды на собственные нужды станции очистки и уменьшить ее общее энергопотребление. Процесс фильтрования длится 20-60 мин, после чего следует обратная промывка мембраны. Для этого часть фильтрата, собранного в баке, под давлением подается в фильтратный тракт в течение 20-60 с. В процессе обратной промывки вода уносит с поверхности мембран слой накопившихся загрязнений и восстанавливается начальное падение давления на мембране.

В процессе длительной работы производительность мембранных аппаратов постепенно уменьшается, так как на турбулизаторной сетке, на поверхности и на стенках пор мембран сорбируются различные вещества и отлагаются частички загрязнений, увеличивающие общее гидравлическое сопротивление мембранных аппаратов. Для восстановления первоначальной производительности несколько раз в год проводится химическая промывка мембранных аппаратов для удаления накопленных загрязнений.

Моющие растворы для химической промывки выбирают исходя, в первую очередь, из соображений химической стойкости мембраны. Моющие рецептуры делятся на кислотные и щелочные, что связано с химическими свойствами загрязнений. Кислотные используются для удаления неорганических осадков, таких как соли жесткости (карбонаты и сульфаты Ca и Mg), гидроксиды Fe и Al. Щелочные растворы применяются для удаления биологических и органических пленок, соединений кремния.

Для полимерных мембран основными компонентами моющих растворов являются неорганические и органические кислоты (соляная, фосфорная, сульфаминовая, лимонная, щавелевая), а также щелочи, органические и неорганические комплексообразователи. Серная и азотная кислоты не применяются: азотная кислота способна разрушать материал мембраны, а использование серной способствует образованию осадков сульфата кальция, удалить который без повреждения мембраны практически невозможно.

Органические кислоты, помимо кислотных свойств, являются также хорошими комплексообразователями по отношению к катионам металлов, но лимонная в этом отношении предпочтительнее щавелевой, так как ее комплексы лучше растворимы. Допустимая концентрация зависит от силы кислоты.

В щелочных составах чаще всего используют едкий натр или растворы фосфатов – тринатрийфосфата или триполифосфата. В щелочной среде кремнийсодержащие соединения переходят в растворимые силикаты, а у коллоидных, органических и биологических пленок ослабляется адсорбционное взаимодействие с поверхностью. Еще одним эффективным средством является добавление в раствор поверхностно-активных веществ (ПАВ).

Оптимальная температура промывки – около +40°C, скорость потока должна быть близка к максимальной для данного типа мембран. Критерием окончания промывки может служить стабилизация рН моющего раствора, но при этом его величина не должна отличаться от начальной больше чем на 30-40%.

При конструировании систем очистки воды на основе метода ультраfiltrации основной задачей, встающей перед проектировщиком, является правильное определение продолжительности прямого фильтрования, а также частоты и интенсивности обратных промывок. Эти параметры зависят от качества исходной воды и определяются исходя из оптимальных соотношений производительности ультраfiltrационной установки и ее общего водопотребления. Правильный выбор режима промывки обеспечивает эффективную работу установки, заключающуюся в длительном сохранении производительности и качества фильтрата.

В настоящее время на Левобережном водозаборе проводятся технологические изыскания для проектирования мембранной технологии очистки воды реки Томь.

УДК 628

ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОМЫВНОЙ ВОДЫ

Пронина С.В.

Научные руководители: профессор Гохман Б.М., доцент Ланге Л.Р.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Одной из серьезных проблем актуальной для многих водопроводов, является обработка промывных вод фильтров и образующихся в процессе очистки воды осадков.

Основной объем сточных вод представляют промывные воды фильтровальных сооружений.

Проблема загрязнения поверхностных водоемов промывными водами с каждым годом приобретает все большую актуальность в связи с ужесточением экологических требований. Сброс сточных вод станций водоподготовки в поверхностные источники приводит к их загрязнению продуктами реагентной обработки и снижению эффективности процессов самоочищения водоемов и водотоков.

Обработка промывных вод и осадков водопроводных станций, их утилизация и предотвращение экологического ущерба является актуальной задачей, решение которой для многих водопроводных станций представляет серьезную проблему.

Проблема промывных вод на водопроводных станциях может быть решена следующим образом:

- за счет сброса их в канализацию, как это осуществляется на ряде водопроводных станциях;
- очистка промывных вод и сброс их в водоем;
- возврат и повторное использование неочищенных и очищенных промывных вод фильтров в системе водоснабжения.

Схема очистки промывной воды определяется в зависимости от качества исходной воды и на основе технологических изысканий.

Важным вопросом обработки промывных вод фильтров является определение влияния возврата промывных вод на работу очистных сооружений водопроводной станции.

При двухступенчатых схемах очистки воды промывные воды фильтров и осветленную воду, выделившуюся в процессе сгущения и обезвоживания осадков, можно направлять в трубопроводы перед смесителями или в смесители. В случае одноступенчатой схемы водоподготовки промывные воды контактных осветлителей или фильтров следует отстаивать. Для интенсификации процесса осветления рекомендуется дозирование

полиакриламида перед отстойниками промывных вод.

Влияние добавления необработанных промывных вод неоднозначно: эффективность работы основной технологической цепочки будет зависеть от составов исходной и промывной воды, от количества добавляемой оборотной воды.

Положительный эффект от добавления оборотной воды к исходной наблюдается при малой мутности исходной воды, низких температурах и повышенной цветности. В таких условиях процесс коагуляционной обработки наиболее затруднен и осложняется необходимостью применением повышенных доз коагулянта для снижения цветности и окисляемости. В этих условиях добавляемая оборотная вода действует как замутнитель, снижает цветность и бактериальную загрязненность исходной воды. Добавление промывных вод в целом положительно влияет на работу сооружений: снижается доза коагулянта (на 1,5-2 мг/л), повышается эффективность работы отстойников, ухудшения качества питьевой воды по содержанию остаточного алюминия не происходит.

Одним из важнейших факторов, влияющих на работу сооружений без предварительной подготовки оборотной воды, является соотношение объемов оборотной и исходной воды, а также стабильность подачи и качественного состава оборотной воды.

Учитывая, что поддержание достаточно равномерного качества для оборотной воды является достаточно сложной задачей, поэтому рассмотренная выше схема, как правило, показывает невысокую надежность на практике.

При обработке более мутных вод, а также в периоды сезонного повышения мутности внесение необработанных промывных вод с большим количеством взвешенных веществ ухудшает качество обработанной воды по показателям мутность и остаточный алюминий. Для таких условий рекомендуется максимальное осветление оборотной воды.

В настоящее время существуют следующие технологические решения обработки промывных вод:

- безреагентное отстаивание;
- отстаивание (в том числе тонкослойное) с применением коагулянтов и/или флокулянтов;
- обработка в слое рециркулирующего осадка;
- реагентное отстаивание и фильтрование;
- обработка на фильтрах с плавающей загрузкой (как с применением реагентной обработки, так и без нее);
- обработка на ультрафильтрационных установках.

Схема с безреагентным отстаиванием применяется на многих станциях водоподготовки в городах РФ (гг. Вологда, Череповец, Тихвин и др.) и за рубежом. Такой метод обработки промывных вод целесообразно применять при хороших седиментационных свойствах взвеси и при очистке воды водоисточников, характеризующихся повышенной мутностью и содержанием микробиологических загрязнений, а также в паводковый период для вод с малой мутностью. Недостатком этой схемы является нестабильность качества оборотной воды, подаваемой перед смесителями станции.

Для повышения эффекта осветления с применением тонкослойного

отстаивания необходимо обеспечивать равномерную подачу промывной воды в отстойники.

При обработке маломутных вод и невысокой концентрации взвешенных веществ в промывных водах фильтров (до 80 - 100 мг/л) повысить эффективность безреагентного осветления можно за счет рециркуляции осадка. Добавление осадка к обрабатываемой воде приводит к образованию дополнительных центров кристаллизации, увеличению плотности частиц, а, следовательно, и к повышению скорости их осаждения и улучшению эффекта осветления. Однако рециркуляция осадка не всегда дает желаемый результат, а эффективность очистки зависит от специфических особенностей очищаемой воды.

Достаточно высокие показатели очистки промывных вод были получены фильтрованием через слой плавающей пенополистирольной загрузки. Очистка оборотной воды на фильтрах с плавающей загрузкой с реагентной обработкой позволяет довести ее качество практически до требований стандарта на питьевую воду

Новым методом обработки промывных вод является ультрафильтрационная технология. Ультрафильтрационные мембраны имеют размер пор 0,01 - 0,1 мкм, поэтому легко задерживают даже мелкие хлопья взвеси и коллоидные частицы гидроокиси алюминия. Одновременно достигается 100 %-ное обеззараживание оборотной воды. На мембранную установку может подаваться как необработанная промывная вода, так и предварительно осветленная; первый способ предпочтительнее. В процессе фильтрования взвешенные вещества концентрируются в мембранных аппаратах. Периодические мембранные аппараты промываются обратным током осветленной воды, и концентрат вместе с промывной водой удаляется для совместной обработки с другими осадками водопроводной станции.

Преимуществом такой технологии является стабильно высокое качество фильтрата по таким показателям как мутность, остаточный алюминий, микробиологические загрязнения, не зависящее от колебаний расхода и качества промывных вод. При предварительной реагентной обработке коагулянтами возможно достижение нормативных показателей на питьевую воду по цветности и перманганатной окисляемости.

Недостатком мембранных методов является их относительно высокие капитальные и эксплуатационные затраты, обусловленные высокой стоимостью мембранных аппаратов и малым гарантированным сроком службы (около 5 лет).

Логическим продолжением совершенствования технологии обработки промывных вод является полный отказ от возврата каких-либо стоков в «голову» сооружений. Как уже говорилось выше, это связано с главными и трудно устранимыми недостатками оборотного водоснабжения - неравномерностью подачи и отличия качественных показателей обрабатываемой поверхностной воды от добавляемой промывной.

Можно выделить (из имеющихся на станции или проектируемых) один или несколько отстойников и скорых фильтров и использовать их для обработки промывных вод. При этом на выделенных сооружениях

поддерживается индивидуальный технологический режим, а очищенная вода направляется в резервуары чистой воды, используется для промывки фильтров или для технических целей станции. В этом случае общее количество обрабатываемой на сооружениях станции воды остается неизменным, то есть, нет необходимости в дополнительном строительстве, за исключением отдельного смесителя для выделенной технологической цепочки. Накопление и усреднение по составу и расходу промывных вод осуществляется в резервуаре-усреднителе. Возможны три основных варианта обработки промывных вод:

- согласно первой схеме промывные воды обрабатываются на выделенном из технологического процесса горизонтальном отстойнике, с подачей очищенной воды на общие скорые фильтры станции очистки с последующей подачей в резервуар чистой воды;

- по второй схеме промывные воды обрабатываются на выделенном горизонтальном отстойнике и скором фильтре с подачей очищенной воды в резервуар чистой воды;

- третий вариант предполагает очистку промывной воды по второй схеме, но очищенные промывные воды подаются на промывку скорых фильтров станции очистки.

Вторичные промывные воды, образующиеся от выделенных скорых фильтров, направляются в резервуар-усреднитель промывных вод, откуда перекачиваются на цепочку выделенных сооружений согласно одной из предложенных схем.

В описанный выше способ предлагается использовать для вод с малой мутностью и цветностью, при этом в резервуар-усреднитель собираются все грязные технологические стоки станции: промывные воды фильтров, сбросы из смесителей и камер хлопьеобразования, осадок из отстойников, вторичные промывные воды от выделенных фильтров. В такой схеме все задержанные загрязнения концентрируются в выделенном отстойнике, осадок из которого утилизируется тем или иным известным способом. В качестве коагулянта авторы рекомендуют использовать оксихлорид алюминия.

Данная технология предлагается для использования на сооружениях Кемеровской области.

УДК 628.334.15

ПЕРЕРАБОТКА ОСАДКОВ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД МЕТОДОМ ПИРОЛИЗА

Зибарева Т.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Благоразумова А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Осадки, образующиеся при очистке городских сточных вод, по химическому составу относятся к ценным органоминеральным смесям.

Осадки являются сырьем для получения многих видов продукции

промышленного производства. В настоящее время существует много технологических процессов получения из осадков бытовых сточных вод важных продуктов и энергетических ресурсов.

Одним из перспективных методов переработки осадков сточных вод, отдельно и в комплексе с переработкой твердых бытовых отходов является пиролиз.

Пиролиз – процесс переработки органических веществ путем высокотемпературного нагрева без доступа кислорода с целью получения горючего газа, смолы и угля.

Технология основана на нагреве без доступа кислорода до температуры 450-550°C. Если осадок просто нагревать на открытом воздухе, то он сначала будет тлеть, а затем загорится. Если же его нагревать без доступа кислорода, то не будет условий для горения, и под действием температуры будут происходить сложные химические процессы распада.

При нагревании происходит выделение летучих веществ, которые частично разлагаются. В остатке образуется более или менее монолитный кокс, претерпевший сильную усадку.

При полукоксовании различаются три температурных зоны:

- 1) зона предварительного нагревания (до 100°C);
- 2) зона сушки (100-125 °C);
- 3) зона полукоксования (225-500°C).

Во время предварительного нагревания (1 зона) осадок расширяется, причем слишком быстрое нагревание может привести к разрыхлению кокса или даже к разрушению его структуры.

В процессе сушки (2 зона) при одновременной усадке выделяется вода.

Выше 225°C отгоняются продукты полукоксования (смола, масло, вода и газ) и происходит дальнейшая усадка (2 зона).

Выше 500°C заканчивается образование полукокса.

Полукокс представляет собой черную массу, легко рассыпающуюся в порошок. Он широко используется в промышленности, его можно утилизировать как топливо, а также использовать в процессе получения азота и фосфора.

Наибольший интерес представляет образуемый при пиролизе первичный деготь, который при фракционной разгонке может дать такие ценные продукты, как парафины, карбоновые кислоты, фенолы, коксовую пыль, органические основания.

В выделяющихся газах содержатся непредельные углеводороды, сероводород, окись углерода, водород, метан, этан, азот. Газы, образующиеся при пиролизе осадков, включают около 68% горючих составляющих и обладают теплотой сгорания до 3398 кДж/м³.

Первые исследования процесса пиролиза осадков в России были проведены Н. М. Поповой, Е. В. Раковским и С. Н. Строгановым. Результаты их работы сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты лабораторных опытов по пиролизу осадков сточных вод, % от абсолютно сухого вещества (t = 450 °С)

Исходный материал	Полукоккс	Первичный деготь	Газообразные продукты + потери по массе	Вода
Первичный осадок (сырой)	46,5	26,3	12 + 2,9	12,3
Активный ил	47,4	24,85	10 + 2,55	15,2
Сброженный осадок из метантенков	55,7	15,3	12 + 3	14
Первичный осадок (сырой) после иловых площадок	48,2	26,35	12,4 + 0,05	13

Соотношение получаемых газа, смолы и полукоккса зависит главным образом от температуры процесса, а также от содержания в исходном продукте органических веществ и его влажности.

Средний состав продуктов следующий: полукоккс – 45%, первичный деготь – 20%, газообразные продукты -10%, пары воды – 15%, общие потери – 10%.

Схема установки пиролиза представлена на рисунке 1, в нее входят: ретортная печь, реторты, конденсатор-холодильник, сборник-сепаратор жидких продуктов, газожидкостные сепараторы.

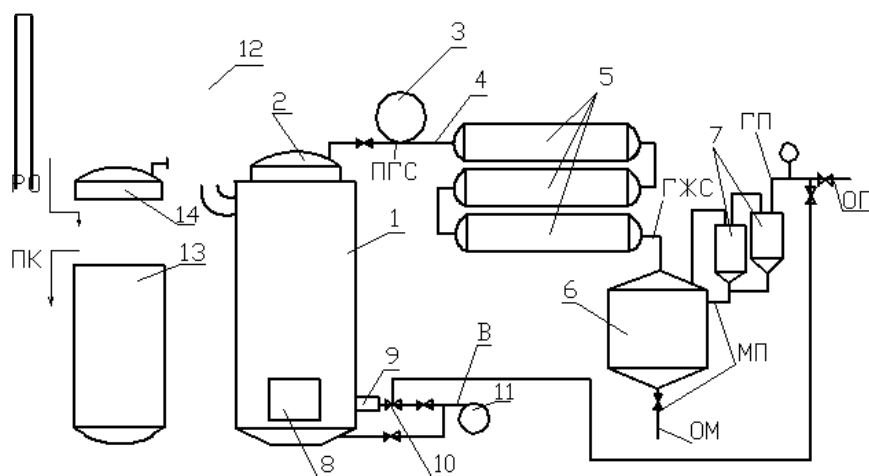


Рисунок 1 – Схема установки для пиролиза

1- батарея ретортных печей; 2- реторта из нержавеющей стали; 3- сильфон; 4- магистраль парогаса пиролиза; 5-конденсаторы – холодильники; 6-сборник – сепаратор; 7- газожидкостные сепараторы; 8-топка; 9-горелка; 10-инжектор; 11- воздуходувка; 12-дымовая труба; 13-реторта на загрузке-выгрузке; 14-крышка реторты; ПГС - парогазовая смесь; ГЖС - газожидкостная смесь; ГП - газ пиролиза; МП - масло пиролиза; В – воздух; ОГ - отбор газа; ОМ - отбор масла; РО - загрузка отходов (сырья); ПК - выгрузка полукоккса

Ретортная печь - вертикальная шахта печи. В нижней части шахты печи установлены колосники для сжигания твердого топлива и горелочное устройство для сжигания горючих газов. Интенсификация горения и

перемешивания топочных газов достигается воздушным наддувом.

В шахту печи через открытый верх шахты помещается реторта с сырьем. Реторта - цилиндрический сосуд из жаростойкой стали, с крышкой.

Конденсатор-холодильник предназначен для охлаждения и конденсации паров жидких продуктов пиролиза. Конденсат и неконденсирующиеся газы отводятся по трубопроводу в сборник-сепаратор.

Сборник-сепаратор - цилиндрическая емкость, предназначенная для сбора жидких продуктов пиролиза и частичного улавливания брызг жидких продуктов из газового потока. Окончательная очистка газа от капель жидкости осуществляется в газожидкостном сепараторе.

К преимуществам переработки осадков пиролизом следует отнести: более простое и качественное управление процессом, стабильная работа при изменении качества поступающего осадка, уменьшенный вынос золы и других загрязнений в атмосферу, значительное уменьшение потребности в топливе, в том числе возможность проведения процесса пиролиза осадка без использования дополнительного источника топлива.

Однако пиролитические установки обладают повышенной взрывоопасностью. Опасность представляет не только газовый продукт, но и наличие в золе возгорающихся составляющих. Большое количество кислотообразующих компонентов в отводимых газах обуславливает необходимость использования оборудования с высокой коррозионной стойкостью.

Очевидно, что перечисленные недостатки менее значимы, чем достоинства процесса. Все недостатки процесса могут быть устранены при использовании современных технических средств на основе полного анализа системы.

Утилизация осадков сточных вод путем пиролизной переработки открывает новые возможности перспективного использования всех осадков, особенно в тех случаях, когда по содержанию токсичных или других вредных веществ не представляется возможным их использовать как удобрение или кормовой продукт.

Примером устройства пиролизного завода может быть Северная станция аэрации в Санкт-Петербурге.

В настоящее время применяют пиролиз осадков сточных вод и твердых бытовых отходов. Широко применяют пиролиз при обработке осадков сточных вод гидролизной и целлюлозно-бумажной промышленности.

Библиографический список

1. Евилевич А.З., Евилевич М.А. Утилизация осадков сточных вод. – Ленинград: Стройиздат, 1988. – 248 с.

РАЗРАБОТКА ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФЕНОЛОВ ОБЩИХ В СТОЧНЫХ ВОДАХ

Булис Т.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Павлович Л.Б.

*Сибирский государственный университет
г. Новокузнецк*

На промышленных предприятиях, с полным производственным циклом, имеются различные канализации для транспортирования сточных вод, подразделяющиеся на условно чистые (хозяйственно-бытовые, ливневые) и загрязненные. Наиболее загрязненными стоками является конденсат коксового газа, транспортируемый по системе фенольной канализации. В стоке конденсата коксового газа преобладает содержание фенолов, цианидов, смол, нафталина. В связи с тем, что территориально канализационные сети располагаются параллельно друг друга, при нарушении работы фенольной канализации происходит загрязнение условно чистых сточных вод, транспортируемых по другим канализационным системам. О нарушении в работе фенольной канализации и о степени загрязнения фенольными стоками других канализационных систем можно судить по изменению концентрации фенолов в сточных водах.

Фенолы – ароматические соединения с одной или несколькими гидроксильными группами в бензольном кольце. Их разделяют на две группы: летучие с паром (фенол, крезолы, ксиленолы, гваякол, тимол) и нелетучие фенолы (резорцин, пирокатехин, гидрохинон, пирогаллол и др. многоатомные фенолы). [1]. Сточные воды промышленных, особенно металлургических производств, содержат обе группы фенолов (фенолы общие).

В настоящее время существует несколько методов определения фенолов летучих с паром. [1]. Применение всех предлагаемых методов требует выполнения анализа в лабораторных условиях и значительных затрат по времени. В связи с ужесточением требований природоохранного законодательства необходим экспресс контроль качества условно чистых сточных вод. Разработка метода позволяющего быстро определить загрязнение сточных вод на промышленных предприятиях фенольными стоками является актуальной задачей.

Цель работы: разработать метод экспресс-анализа определения фенолов общих (летучих и нелетучих) в сточных водах и провести апробацию предлагаемой методики в промышленных условиях.

Исследования проводились в рамках ОАО «ЗСМК» лабораторным путем и промышленными экспериментами. Был использован метод, основанный на образовании окрашенных соединений фенола с 4-аминоантипирином в присутствии окислителя гексацианоферрата (III) в щелочной среде при рН равным $10 \pm 0,2$. [1]

Суть метода: перед началом проведения анализа значение рН пробы доводится до $10 \pm 0,2$ путем добавления щелочного буферного раствора. Затем в

пробу приливается 0,002 дм³ двух процентного 4-аминоантипирина и 0,002 дм³ восьми процентного гексацианоферрата (III) калия. В присутствии фенола окраска пробы воды изменяется от светло желтой до интенсивно малиновой, в зависимости от концентрации.

Из стандартного раствора с концентрацией фенола 10000 мг/дм³, приготовленного растворением 1000 мг кристаллизованного химически чистого фенола в 0,1 дм³ дистиллированной воды, был приготовлен рабочий раствор с концентрацией фенола 10 мг/дм³ разбавлением стандартного раствора в 1000 раз [1]. Для проведения исследований была составлена серия экспериментальных растворов: в ряд колб объемом 0,1 дм³ вносилось определенное количество рабочего раствора (от 0,0005 до 0,08 дм³), объем доводился до 0,1 дм³ дистиллированной водой. После добавления реактивов фиксировалось изменение интенсивности окраски каждой пробы. Результаты исследования заносились в таблицу 1.

Таблица 1 – Результаты эксперимента по определению содержания фенолов общих

Количество рабочего раствора, дм ³	Концентрация фенолов общих в определяемой пробе, мг/дм ³	Изменение интенсивность окраски после добавление реактивов
0	0	Чуть заметное окрашивание
0,0005	0,05	Более яркое светло желтое окрашивание
0,001	0,1	Цвет ярко желтый
0,002	0,2	Интенсивность окраски практически не меняется
0,003	0,3	Цвет более темно желтый
0,004	0,4	Интенсивность окраски практически не меняется
0,005	0,5	Окраска бледно оранжевого оттенка
0,006	0,6	Интенсивность окраски практически не меняется
0,007	0,7	Ярко оранжевое окрашивание
0,008	0,8	Интенсивность практически окраски не меняется
0,009	0,9	Ярко красный цвет
0,010	1,0	Интенсивность окраски практически не меняется
0,020	2,0	Темно красный цвет
0,030	3,0	Интенсивность окраски практически не меняется
0,040	4,0	Интенсивность окраски практически не меняется
0,050	5,0	Малиновое окрашивание
0,060	6,0	Интенсивность окраски практически не меняется
0,070	7,0	Интенсивность окраски практически не меняется
0,080	8,0	Интенсивное малиновое окрашивание

По полученным результатам была составлена цветная шкала, на плотной бумаге для экспресс-анализа определения фенолов общих в сточных водах (таблица 2).

Таблица 2 – Шкала экспресс-анализа определения фенолов общих

Изменение интенсивности окраски										
Концентрация фенолов общих, мг/дм ³	<0,05	0,05	0,1-0,2	0,3-0,4	0,5-0,6	0,7-0,8	0,9-1,0	2,0-4,0	5,0-7,0	<8,0

По результатам эксперимента установлен предел обнаружения метода от 0,05 до 8,0 мг/ дм³ содержания фенолов общих. Для определения более высоких концентраций необходимо применять разбавление проб.

В рамках промышленных исследований производилось определение фенолов общих предлагаемым методом в пробах сточных вод ОАО «ЗСМК», отобранных из пробоотборных точек различных канализаций. Отбор проб производился в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб». Анализ выполнялся сразу же после отбора. Полученные окрашенные растворы сравнивались со шкалой экспресс-анализа определения фенолов общих в сточных водах (таблица 2) и по интенсивности окраски определялось содержание фенолов общих. Параллельно в отобранных пробах определялось содержание фенолов летучих в лабораторных условиях в соответствии с ПНД Ф 14.1:2.105-97 «Метод выполнения измерения массовой концентрации летучих фенолов в природных и сточных водах фотометрическим методом после отгонки с водяным паром». Результаты исследований приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты определения фенолов в сточных водах

Точка отбора	Содержание фенолов общих в соответствии со шкалой, мг/дм ³	Содержание фенолов летучих в соответствии с ПНД Ф 14.1:2.105-97, мг/дм ³
Хозяйственно-бытовая канализация		
К – 1	0,1-0,2	0,17
К – 228	0,05	0,022
К – 241	0,05	0,022
К – 197	0,3-0,4	0,341
К – 120	0,05	0,032
К – 160	0,3-0,4	0,222
К – 154	0,05	0,035
К-195	0,5-0,6	0,568
Промышленно-ливневая канализация		
ЛК–285	менее 0,05	0,017
ЛК–320	менее 0,05	0,014

Данные замеров позволяют сделать вывод о возможности применения предлагаемого метода как индикаторного экспресс-анализа для определения фенолов общих в сточных водах промышленных предприятий.

Достоинство предложенного метода заключается в быстроте выполнения исследования. Время, затрачиваемое на проведение анализа, 10-15 минут. Для выполнения анализа не требуется специальных лабораторных установок и оборудования. Метод применим в случаях, когда не требуется точность результатов замеров, а важную роль играет скорость получения результатов контроля качества. Быстрота выполнения анализа позволяет оперативно определить причину загрязнения условно чистых вод, принять меры для предотвращения попадания загрязнений и поддерживать качество транспортируемых стоков на нормативном уровне, что является одним из необходимых принципов в управлении качеством сточных вод промышленного предприятия.

Методика рекомендована к использованию на ОАО «ЗСМК» как экспресс анализ по определению содержания фенолов общих в сточных водах в качестве индикатора загрязнения условно чистых вод фенольными стоками.

Библиографический список

1. Сб. Методическое руководство по анализу технологических и сточных вод предприятий черной металлургии. – М.: Металлургия, 1988. – 360 с.

УДК 628. 1. 033 (571.17 +443/444)

РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ В ПАРИЖЕ И НОВОКУЗНЕЦКЕ

Вдовин Н.В.

Научные руководители: к.т.н., доцент Власкин Ю.К., Бабицкая О.П.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Вода — основа жизни на нашей планете [1. стр. 295-296]. Вряд ли кто-нибудь станет оспаривать это утверждение. Покрывая две трети поверхности Земли, вода влияет практически на все процессы, которые происходят на нашей планете. Влагу содержат даже камни и огненная магма. Растительный мир состоит из воды на 70–95%.

В действительности на земном шаре воды очень много. Так, 72% поверхности земли покрыто водой. Но из этого объема 97% представлено соленой и только 3% - пресной водой, которая является основным ресурсом для человеческого существования. Основная ее часть (95%) находится в Мировом океане, который занимает около 70% поверхности земного шара и содержит 1300 млн. км³ воды. На пресные воды приходится всего 3 %. Поверхностные воды (озера, реки) включают всего 0,182 млн. км³, а количество воды в живых организмах составляет всего 0,001 млн. км³. Значительные запасы воды (24 млн. км³) содержат ледники. По сведениям Мирового института ресурсов 250 млн. человек земного шара испытывали хроническую нехватку пресной воды, а через 20 лет в таком состоянии будет находиться 400 млн. человек. По данным ООН в мире зафиксировано более 300 конфликтов, связанных с

перераспределением пресной и особенно питьевой воды.

Даже в наши дни ученые продолжают делать открытия. Например, сегодня доказана теория об информационной памяти воды — свойствах воды воспринимать и передавать негативную или позитивную информацию о материи, с которой она контактировала ранее.

С точки зрения оптимизации водопользования, целесообразно обратиться к зарубежной практике, в частности опыту водоснабжения города Парижа [2].

Когда город назывался Лютецием (Lutèce), он снабжался водой как в Риме по водопроводам, но более простым. В средневековье парижане довольствовались тем, что рыли колодцы и заключали источники в трубы, тогда им не приходилось черпать воду прямо из Сены. Взятую в общественном источнике или из реки, драгоценную жидкость приносили домой доставщики воды, эта профессия существовала во Франции вплоть до 1910 года.

И только при правлении короля Генриха IV, в начале XVII века на *Новом Мосту (Pont Neuf)* был построен первый, полностью деревянный, насос, названный *Самаритен (la Samaritaine)*. Сегодня один из больших магазинов на правом берегу носит его имя. Париж немного забыл, что благодаря Версалю, где короли провели огромные работы по водоснабжению дворца, его двора и его праздников, стал получать воду.

В начале XIX века, Наполеон, переехав в Лувр в Париже, занимается обеспечением столицы водой. Он начинает строительство канала *Урк (l'Ourcq)*, который по своему завершению в 1825 году, позволяет поставлять около 80 000 м³ воды в день. Но вода из *Урк(a)l'Ourcq* была плохого качества и ее отказывались использовать в качестве питьевой воды. И Парижане пользуются только водой из водоемов. Такая низкого качества вода вызывала эпидемию тифа.

Именно Наполеону III парижане обязаны появлению первых современных систем водопроводов и очистке воды в столице. Их строительство начинается в 1853 году и в это же время создается в Париже Генеральная компания по водоснабжению, частное общество, которое станет со временем многонациональной компанией. Император желает сделать из Парижа «самый красивый город мира», и он поручает барону *Жоржу Осману*, которого назначил префектом Сены в 1853 году, модернизировать город, который до того времени оставался запутанным в средневековых улочках.

Префект Осман решает провести вдоль проспектов и бульваров систему, *обеспечивающую освещение* при помощи газа. Инженер *Ёжен Бэльгран*, в результате этих огромных работ, прокладывает двойную сеть подземной канализации больших размеров, полностью выложенную кирпичом, по которой проходят трубы с питьевой и сточной водой. Это знаменитые водостоки Парижа. Осман приказывает рыть колодцы с артезианской водой на глубину до 500 метров под Парижем. Эти глубокие «скважины» дают чистейшую воду, но не позволяют обеспечивать 1 700 000 жителей столицы. Таким образом, появилась необходимость возобновления строительства водопроводов, таких как во времена римлян.

Первый современный водопровод (1863 -1865) берет воду из маленького притока Марны (**Marne**) в 130 км от Парижа и перекачивает в водохранилище,

расположенное на возвышенности Менильмонтан (**Ménilmontant**) (XX округ). Второй водопровод (1867-1874), длиной 156 км, отводит воду из притока Йонн (**Yonne**) в водохранилище Монсури (**Montsouris**) (XIV округ), самое большое в Париже.

Три других более скромных водопровода построены с 1890 по 1925 год для пополнения водохранилища Сен- Клу (**Saint-Cloud**), на западе и Монсури (**Montsouris**) на юге Парижа. Эти пять водопроводов сегодня поставляют половину питьевой воды, потребляемой Парижем. Ключевая вода не требует никакой очистки.

В 1984 году система обслуживания подачи воды в столице была предоставлена частным компаниям, **Генеральной Компании по водоснабжению (La Compagnie générale des Eaux)** и **Лионской компании (Lyonnaise des Eaux)**, одна из которых обслуживает правый берег, а другая левый берег. Но Париж сохраняет управление водопроводами и водохранилищами по поставке воды этими двумя поставщиками с помощью Сажеп (**La Sager**) (Акционерное общество по водоснабжению). Благодаря его химическим лабораториям, Сажэп гарантирует качество воды поставляемой парижанам. Оно имеет водохранилища, вмещающие 1,2 миллионов кубических метров воды, и обеспечивает безопасность водоснабжения города, который потребляет в среднем 700 000 кубических метров питьевой воды в день. Со своего парижского пункта управления, где система водоснабжения отражается на гигантском экране, предприятие следит, в реальном режиме за прохождением питьевой воды по трубам и может вмешаться в любой момент, чтобы перебросить воду из одного водохранилища в другой, в случае обнаружения течи, загрязнения или непредвиденного расхода.



Рисунок 1 – Барон Жорж Осман

Город Новокузнецк начал обретать систему водоснабжения всего лишь 80 лет назад, в 1930-х годах, когда началось строительство Кузнецкого металлургического комбината.

Существенной особенностью развития водоснабжения в этот период стало комплексное решение задач отрасли. Возникла необходимость подачи

воды на большие расстояния. В таких условиях оказалось целесообразным строить в некоторых случаях групповые водопроводы с расчетом обеспечения водой не только всего города, но и группы других населенных пунктов, например, водопровод Новокузнецк-Прокопьевск-Киселевск.

В 1939 г. был образован «Водосвет» предшественник современного «Водоканала». В 1945 г. из управления «Водосвет» был выделен «Водоканалтрест». На своем балансе он имел Островский водозабор, водонасосную станцию, 20 км водопровода.

В 60-70-х гг. экономика Кузбасса продолжала развиваться ускоренными темпами. Ежегодно увеличивались объемы производства, капитального строительства, вводились в строй десятки новых цехов, производств и предприятий, увеличивалась численность городского населения. В условиях высокоразвитой индустрии и концентрации промышленности на относительно небольшой территории охрана окружающей среды и рациональное использование ресурсов приобретали особое значение.

В течение 30 лет из 900 рек и речек в Кузбассе было уничтожено около 200. Особенно остро встала проблема питьевой воды в городах, где объемы промышленных стоков превысили все разумные пределы, вследствие чего водоемы потеряли способность самоочищаться. Большая часть жителей области получала воду из Томи, которая стала основным приемником сточных вод Кузбасского АПК. Вода в Томи постоянно загрязнялась такими вредными веществами, как фенолы, хлорорганические соединения, нефтепродукты, тяжелые металлы, взвешенные частицы. Основные причины загрязнения Томи и десятков других рек - недостаточное количество очистных сооружений, их неудовлетворительное техническое состояние, безответственность руководителей предприятий.

В начале 70-х годов состояние атмосферы, почвы и воды в Кузбассе было признано неудовлетворительным, оздоровление окружающей среды провозглашалось первоочередной задачей. На уровне отдельных городов и районов, а также области в целом началась разработка специальных программ по очистке рек, воздушного бассейна, рекультивации почв и восстановлению лесов, принимались меры, направленные на реконструкцию и закрытие морально и физически устаревших производств.

Несмотря на меры, принятые ранее, согласно постановлениям Совета Министров РСФСР от 9 сентября 1963 г. и 11 июня 1968 г., уровень загрязнения р. Томи - основного источника водопотребления в Кузбассе, в начале 70-х гг. оставался высоким, а в атмосферу попадали сотни вредных веществ. Основными загрязнителями окружающей среды были предприятия угольной, металлургической, химической, машиностроительной отраслей.

Для улучшения качества питьевого водоснабжения 31 мая 1990 года руководство города заключило договор аренды с трудовым коллективом «Водоканала». На сегодняшний день новокузнецкие цены на водоснабжение и водоотведение самые низкие в Сибири. Нормативы потребления шадящие - 255 литров на человека. Некоторые ставят счетчики и платят по факту. Что касается сетей: благодаря грамотной эксплуатации трубопроводов, их профилактике, плановой замене старых труб количество аварий существенно сокращено.

Проведена полная ревизия магистралей, составлен план обновления. Ежегодно «Водоканалу» необходимо менять 45 - 50 километров старых труб, и начиная с 2007 года, эта цифра начала приближаться к планируемому значению.

В техническом оснащении предприятия произошли поистине революционные изменения. Раньше других в Сибири и на Дальнем Востоке здесь освоили бестраншейную технологию перекладки труб. Новое оборудование, аналогов которому пока немного в России, в частности установка горизонтального бурения, позволяет менять и укладывать трубы до 720 метров из одного колодца. Никаких канав и грязи! Такая технология особенно удобна при замене труб под дорожным покрытием, железнодорожными путями, зданиями. Есть оборудование для определения внутреннего состояния сетей, для обнаружения скрытых утечек и реального расположения трасс без раскопок. Внедрена система измерения, анализа и распределения давления в водопроводных сетях.

С введением Водного кодекса требования к качеству воды и стоков ужесточились. Сегодня хлор уже не отвечает современным требованиям, так как относится к категории потенциально опасных. Поэтому «Водоканал» задумывается о переходе на гипохлорит. Рассматривается и ультрафиолет. Но полностью от этой технологии с хлором не уйдешь, потому что, когда воду приготовили, ее нужно «чуть-чуть законсервировать» до того момента, пока она дойдет до потребителя.

В «Водоканале» создана система автоматизированного централизованного и местного управления объектами водоснабжения и водоотведения с отображением технической информации всех параметров в режиме реального времени. Еще в середине 1990-х годов создана водолазная служба, с помощью которой в короткие сроки и без отключения подачи воды устраняются аварии на сетях водопровода и канализации, проводятся осмотры и ремонтируются сооружения под водой.

Особое значение приобрела оценка качества воды. Сегодня в «Водоканале» оценивают не только качество питьевой воды, но и качество стоков, которые поступают после процессов жизнедеятельности города.

«Водоканал» гарантирует обеспечение именно того качества, на которое способна существующая технология. На выходе с водоочистных станций ведется контроль по 60-ти показателям.

ЗАО «Водоканал» сегодня - это огромное предприятие, целый завод по производству питьевой воды, отведению и очистке стоков, это более одной тысячи километров водопроводных и около 600 километров канализационных сетей, 4 водозабора, 131 насосная станция, крупнейшие в Кузбассе очистные сооружения канализации. Более восьмисот человек трудится в этом объединении.

Библиографический список

1. Типикина Е.К. Питьевая вода – важнейший минеральный ресурс XXI [Текст]: Е.К. Типикина, Ю.К. Власкин, Т.П. Моисеенко/ Наука и молодежь, проблемы, поиски, решения: Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / Под общей редакцией Л.П.

Мышляева; СибГИУ. – Новокузнецк, 2009 – Вып. 13. – ч IV. – 459 с.

2. Журнал «Label France» № 52 Octobre – Decembre 2003. P. 41 - 43

УДК 628

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТРУБ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНА НИЗКОГО ДАВЛЕНИЯ

Ланге В.Е

Научный руководитель: профессор Гохман Б.М.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

Сегодня уже никого не удивишь использованием пластиковых труб в городском хозяйстве, с каждым днем они все глубже завоевывают рынок. Среди них появляются все новые разработки ученых, к таким разработкам относятся трубы из полиэтилена низкого давления (ПНД).

В настоящее время трубы из ПНД получают широкое распространение ввиду наличия следующих преимуществ:

1. Низкая масса. Трубы из ПНД в 5 – 7 раз легче стальных, что способствует значительному снижению транспортных расходов и упрощению процесса монтажа.

2. Эластичность. Трубы из ПНД обладают этим важным качеством не присущим стальным трубам. Это делает возможным использовать их при бестраншейной прокладке горизонтально направленным бурением. Кроме того, при замерзании воды в такой трубе не происходит разрыв, а лишь незначительная деформация, исчезающая при повышении температуры.

3. Долговечность. Гарантированный изготовителями срок службы составляет 50 лет.

4. Безопасность с точки зрения экологии и гигиены. ПНД не вступает в реакцию с водой, что гарантирует отсутствие воздействия на химико-биологический состав, вкус и запах воды, транспортируемой по таким трубопроводам. Это свойство делает ПНД незаменимым материалом в питьевом водоснабжении.

5. Устойчивость к агрессивным средам и отсутствие реакций с бактериальной средой дает возможность использования труб из ПНД в системах водоотведения без сокращения срока их службы. Кроме того такие трубы, в отличие от стальных, не требуют предварительной защиты, что также снижает капитальные затраты.

6. Простота монтажа делает такие трубы привлекательным не только для транспортировки жидких и газообразных сред, но и для изоляции кабеля.

7. Гладкая внутренняя поверхность труб способствует не только улучшению гидравлических характеристик сечения, но и отсутствию отложений на внутренней поверхности.

8. Обширный сортамент (16мм – 1200мм).

Монтаж ПНД труб осуществляется бестраншейной прокладкой горизонтально направленным бурением или стандартным траншейным

способом.

Соединение труб производится двумя методами:

- Стыковая сварка;
- Муфтовое соединение.

Стыковая сварка полиэтиленовых труб на сегодняшний самый распространенный вид соединения.

Осуществляется этот процесс в несколько этапов:

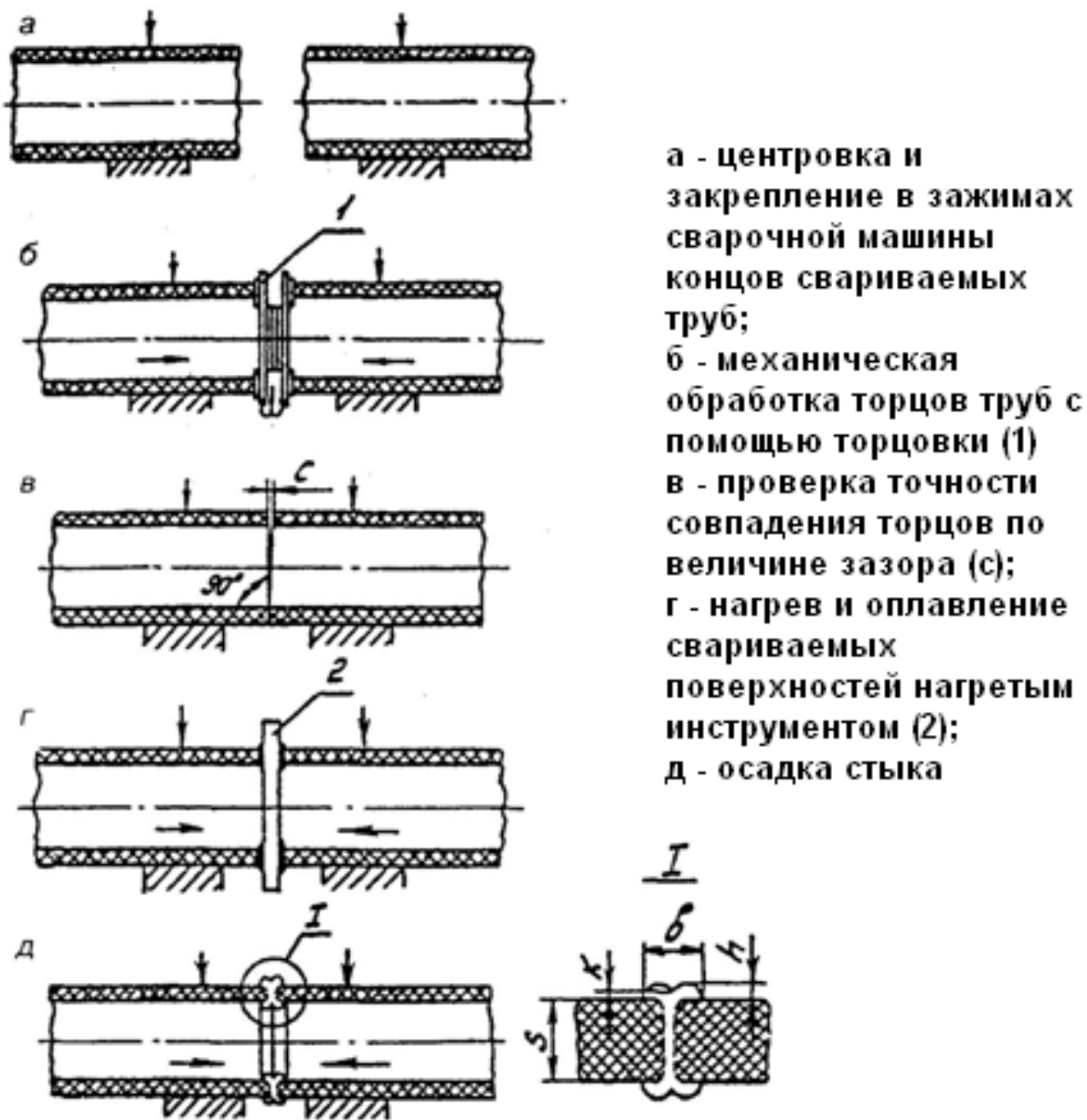


Рисунок 1 – стыковая сварка ПНД труб

Конечно, этот процесс осуществляется на специальном универсальном для разных диаметров оборудовании с механическим или гидравлическим приводом. Комплектность такого оборудования обычно следующая: центратор (базовая машина с механическим или гидравлическим приводом для фиксации трубы); нагревательный элемент; электроторцеватель (для подготовки поверхности свариваемых труб).



Рисунок 2 – сварное устройство с гидравлическим приводом Roweld 250 Rothenberger

Стыковая сварка полиэтиленовых труб заслужила лидирующее положение на российском рынке благодаря следующим достоинствам:

1. такая сварка пластиковых труб позволяет достичь высокого качества и прочности образующегося шва (стыковая сварка образует шов прочностью в 80-85% прочности основного материала);
2. стыковая сварка выполняется на универсальном оборудовании (одни и те же аппараты сварки труб способны работать с трубами разных диаметров).

Основным же недостатком этого вида соединения является то, что его качество сильно зависит от быстроты и четкости выполнения всех технологических операций (от времени, прошедшего до соединения свариваемых труб при удалении нагревателя), а также тщательности подготовки свариваемых поверхностей.

Второй способ соединения полиэтиленовых труб практически освобожден от недостатков первого, поскольку почти полностью (кроме подготовки поверхностей) автоматизирован.

Муфтовое соединение выполняется с помощью электросварных муфт заводского изготовления, с закладными нагревательными спиралями.



Рисунок 3 – внешний вид и разрез электросварной муфты

Аппарат для электромуфтовой сварки снабжается двумя электродами и считывающим карандашом. На фасонные части нанесен индивидуальный

штрих-код, считываемый прибором и определяющий программу сварки (индивидуальную для каждого диаметра). Работа человека в этом процессе заключается лишь в подготовке свариваемых поверхностей.

Процесс сварки труб малых диаметров занимает не более 3 минут, большие же (до 800мм) могут свариваться несколько часов.

Главным достоинством такого метода соединения является быстрота и постоянное качество, однако к недостаткам можно отнести, пожалуй, высокую стоимость электросварных муфт и отсутствие их российских аналогов.

УДК 628.81: 621.577.2

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ТЕПЛОМ РЕЖИМОМ ЗДАНИЯ С ТЕПЛОНАСОСНОЙ УСТАНОВКОЙ

Агафонов С.А., Булдакова И.Н.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Корепанов Е.В.

*Ижевский государственный технический университет
г. Ижевск*

Одним из эффективных путей экономии топливно-энергетических ресурсов является использование экологически чистых нетрадиционных возобновляемых источников энергии, и в первую очередь, энергию грунта, водоемов и воздуха. Однако сезонная периодичность действия и низкий температурный потенциал этих источников не позволяют использовать их энергию для отопления зданий непосредственно, без преобразования. В качестве преобразователей тепловой энергии от энергоносителя с низкой температурой к энергоносителю с более высокой температурой используются тепловые насосы. Однако эффективность теплового насоса сильно зависит от параметров климата. Эффективность теплонасосной установки напрямую зависит от климатических условий. Чем суровее климат, в котором расположено здание, тем сложнее и затратнее будет тепловая установка.

Традиционная система водяного отопления при использовании теплонасосной нагревательной установки становится громоздкой и металлоемкой из-за низкой (50...55 °С) температуры теплоносителя в системе отопления. Применение системы теплых полов также сопряжено с определенными трудностями: ограничением на температуру поверхности пола, загромождение помещения мебелью, использование ковровых покрытий и др. С такими же трудностями связано применение лучисто-панельного отопления.

В этой ситуации наилучшие результаты могут быть получены использованием совместного водяного и воздушного отопления с рекуперацией теплоты вытяжного воздуха и догревом приточного воздуха после рекуператора в калорифере теплоносителем, нагреваемым в теплонасосной установке. Таким образом, уменьшается нагрузка на отопительные приборы водяного отопления и обеспечивается вентиляция помещений, что особенно важно для помещений, оснащенных герметичными окнами со стеклопакетами.

Вариант схемы комбинированной системы отопления здания, с

использованием, как теплоты грунта, так и теплоты уходящего воздуха представлен на рисунке.

В создании микроклимата важнейшим физическим параметром является температура внутреннего воздуха в помещении. Условия микроклимата, а, следовательно, и параметры теплонасосной установки, зависят от характеристик наружного климата. Задача управления заключается в поддержании данной температуры в необходимом диапазоне изменения температуры наружного воздуха.

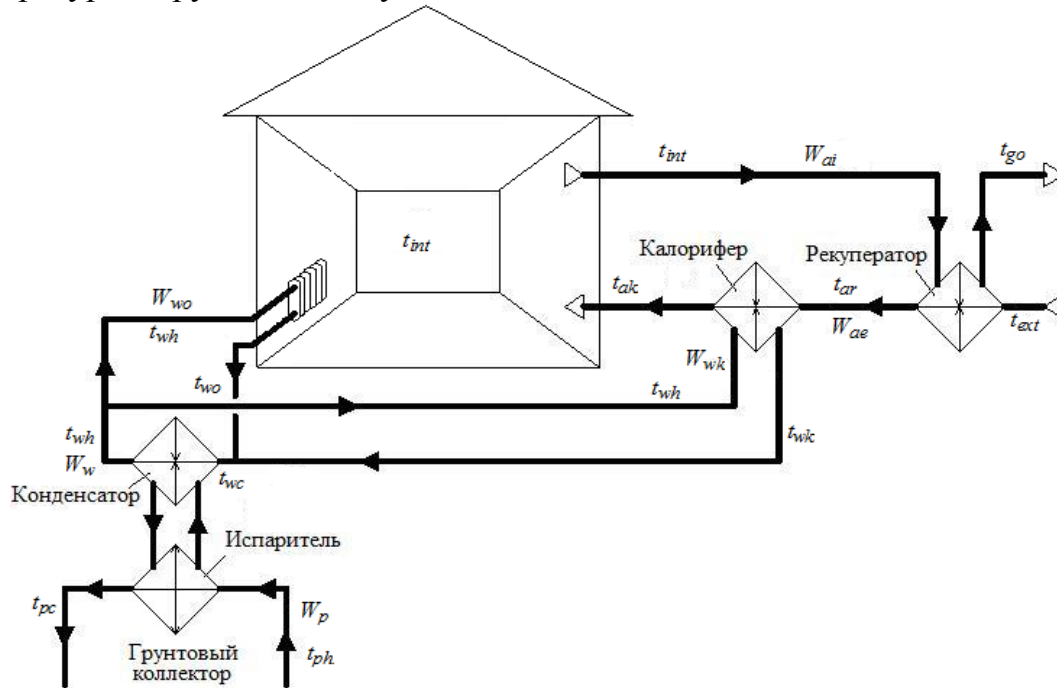


Рисунок – Комбинированная теплонасосная система отопления здания

Для схемы, приведенной на рис. 1, задача управления тепловым режимом здания, описывается системой уравнений:

$$\begin{aligned}
 Q_0 &= \sum Q_{htr,i} - \sum Q_{he,i} - Q_{ae} ; \\
 Q_{ae} &= W_{ae} (t_{int} - t_{ak}) ; \\
 Q_k &= W_{wk} (t_{wh} - t_{wk}) ; \\
 Q_r &= W_{al} (t_{ar} - t_{ext}) ; \\
 Q_{ev} &= \varepsilon_{ev} W_p (t_{ph} - t_{ev}) ; \\
 t_{wk} &= t_{wh} - (t_{wh} - t_{ar}) \min(W_{ae}, W_{wk}) \varepsilon_k / W_{wk} ; \\
 t_{ar} &= t_{ext} + (t_{int} - t_{ext}) \min(W_{ae}, W_{ai}) \varepsilon_r / W_{ae} ; \\
 t_{ak} &= t_{ar} - (t_{wh} - t_{ar}) \min(W_{ae}, W_{wk}) \varepsilon_k / W_{ae} ; \\
 t_{go} &= t_{int} - (t_{int} - t_{ext}) \min(W_{ae}, W_{ai}) \varepsilon_r / W_{ae} ; \\
 t_{wo} &= t_{wh} - Q_0 / W_{wo} ; \\
 t_{pc} &= t_{ph} - Q_{ev} / (W_p n_{ch}) ; \\
 t_{wh} &= t_{wc} - Q_{ev} / W_w ;
 \end{aligned}$$

$$t_{wc} = \frac{W_{wk}t_{wk} + W_{wo}t_{wo}}{W_w}$$

$$t_{ph} = f(G_p, \lambda_s, H_{ch}, d, b, t_{ext}, t_{pc}).$$

Здесь: Q_o – мощность системы отопления; Q_{as} – теплопоступления с воздушным отоплением; Q_k – мощность каларифера; Q_r – мощность рекуператора; $\Sigma Q_{hr,i}$ – сумма трансмиссионных теплопотерь через ограждения; $\Sigma Q_{he,i}$ – сумма теплопоступлений; Q_{ev} – теплопроизводительность теплового насоса; $W_{ae}, W_{ai}, W_{wk}, W_{wo}, W_p, W_w$ – водяные эквиваленты приточного воздуха, вытяжного воздуха, теплоносителя на выходе из калорифера, греющего теплоносителя, рассола на выходе из коллектора, на выходе из конденсатора; $\epsilon_k, \epsilon_r, \epsilon_{ev}$ – безразмерная теплопроизводительность (коэффициент полезного действия) калорифера, рекуператора, испарителя; t_{ar}, t_{ak}, t_{go} – температура приточного воздуха на входе в калорифер, приточного воздуха на выходе из калорифера, вытяжного воздуха после рекуператора; $t_{wk}, t_{wh}, t_{wc}, t_{wo}$ – температура воды на выходе из калорифера, теплоносителя на выходе из конденсатора, теплоносителя на входе в конденсатор, на выходе из системы отопления; t_{int}, t_{ext} – температура внутреннего и наружного воздуха; t_{pc}, t_{ph}, t_{ev} – температура рассола на выходе из испарителя (на входе в коллектор), рассола на входе в испаритель, температура испарения фреона; n_{ch} – количество скважин.

Безразмерная теплопроизводительность вычисляется по формулам, приведенным в [1, С. 143-147]. Температура рассола t_{ph} на входе в испаритель (на выходе из грунтового коллектора) получена в результате решения задачи теплопроводности грунта с коллектором [2, С. 107-108].

Температура рассола на выходе из U-образного грунтового коллектора зависит от многих факторов, таких как расход рассола G_p , теплопроводность грунта λ , глубины скважины h_{ch} , диаметра коллектора d , межосевого расстояния между опускной и подъемной трубами коллектора b , температуры наружного воздуха t_{ext} , а так же температуры на входе в коллектор t_{pc} . Для построения регрессионного уравнения был выполнен вычислительный эксперимент по центральному композиционному плану 2^7 . Значения факторов приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Значения факторов

Фактор	Обозначение	min	max
Температура наружного воздуха t_{ext} , °С	x_1	-30	30
Теплопроводность грунта λ , Вт/(м·К)	x_2	1	3
Глубина скважины h_{ch} , м	x_3	50	250
Диаметр трубы d , мм	x_4	25	40
Межосевое расстояние b , мм	x_5	30	150
Начальная температура рассола t_{pc} , °С	x_6	-8	2
Расход рассола G_p , кг/с	x_7	0,05	0,3

Значимость факторов и их взаимодействий оценивалась по результатам дисперсного анализа (табл.2). В табл. 2 приведены наиболее значимые парные, тройные взаимодействия. Значимость факторов оценивалась по критерию Фишера [3, С. 222-228]. Наибольшее влияние на температуру рассола на выходе

из грунтового коллектора (а, следовательно, и на теплопроизводительность) оказывает расход рассола, глубина скважины, температура рассола на входе в коллектор. Менее значимы температура наружного воздуха, теплопроводность грунта и межсезонное расстояние опускной и подъемной труб коллектора. Диаметр трубы коллектора практически не влияет на температуру рассола.

Таблица 2 – Значимость факторов и их взаимодействий

Комбинация условий	t	Эффект	Средний эффект	Средний квадрат	Отношение средних квадратов	Ранг
x_7	1,47	176,4	2,7563	243,100	155290,40	1
x_3	0,09	122,2	1,9094	116,700	74522,92	2
x_6	-3,29	-97,36	-1,5213	74,050	47305,17	3
x_1	1,73	80,42	1,2566	50,530	32275,69	4
x_2	-0,13	56,66	0,8853	25,080	16021,40	5
$x_6 x_7$	0,74	35,3	0,5516	9,735	6218,66	6
$x_1 x_7$	-2,61	-29	-0,4531	6,570	4197,04	7
$x_3 x_7$	-0,83	22,82	0,3566	4,068	2598,84	8
$x_3 x_5$	1,14	16,6	0,2594	2,153	1375,19	9
$x_3 x_6$	3,01	-16,06	-0,2509	2,015	1287,18	10
x_5	-1,42	14,58	0,2278	1,661	1060,87	11
$x_2 x_6$	1,91	-13,04	-0,2038	1,328	848,60	12
$x_3 x_6 x_7$	2,39	-12,64	-0,1975	1,248	797,34	13
$x_1 x_2$	3,06	10,98	0,1716	0,942	601,66	14
$x_3 x_5 x_6$	3,39	-10,26	-0,1603	0,822	525,34	15
$x_3 x_5 x_7$	-0,49	-9,9	-0,1547	0,766	489,12	16
$x_2 x_5$	-0,29	7,82	0,1222	0,478	305,18	17
$x_5 x_6 x_7$	0,81	-7,18	-0,1122	0,403	257,27	18
$x_1 x_6 x_7$	1,43	6,42	0,1003	0,322	205,69	19
$x_2 x_7$	-2,44	6,92	0,1081	0,374	238,98	20
$x_1 x_6$	2,78	-6,4	-0,1000	0,320	204,41	21
$x_1 x_5 x_6$	2,98	6,36	0,0994	0,316	201,87	22
$x_1 x_5 x_7$	-2,43	6,04	0,0944	0,285	182,06	23
$x_2 x_3$	0,38	5,8	0,0906	0,263	167,88	24
$x_2 x_3 x_7$	0,44	5,54	0,0866	0,240	153,17	25
$x_2 x_5 x_6$	2,11	-5,28	-0,0825	0,218	139,13	26
x_4	-0,79	-5,02	-0,0784	0,197	125,76	27
$x_4 x_7$	-3,28	4,88	0,0762	0,186	118,85	28

Регрессионное уравнение для температуры рассола на выходе из вертикального U-образного грунтового коллектора выражено через нормированные переменные, которые вычисляются через размерные переменные по формулам: $X_1 = \left(\frac{t_{ext} - 2}{15,7} \right)$; $X_2 = \left(\frac{t - 2}{0,52} \right)$; $X_3 = \left(\frac{t_{ch} - 150}{52,4} \right)$; $X_4 = \left(\frac{t - 32,5}{3,9} \right)$; $X_5 = \left(\frac{t - 90}{31,4} \right)$; $X_6 = \left(\frac{r_{pc} + 3}{2,62} \right)$; $X_7 = \left(\frac{r_p - 0,175}{0,07} \right)$.

В нормированных переменных уравнение регрессии имеет вид:

$$\begin{aligned}
t = & 1,495 + 0,622X_1 + 0,45X_2 + 0,0858X_1X_2 + 0,965X_3 - 0,0353X_1X_3 + 0,0453X_2X_3 - \\
& - 0,0377X_4 - 0,0283X_1X_4 + 0,0216X_2X_3X_4 + 0,117X_5 - 0,0361X_1X_5 + 0,061X_2X_5 + \\
& + 0,13X_3X_5 - 0,0209X_2X_3X_4X_5 + 0,0286X_4X_5 + 0,0323X_1X_4X_5 - 0,0241X_2X_3X_4X_5 + \\
& + 1,38X_6 - 0,05X_1X_6 - 0,102X_2X_6 - 0,126X_3X_6 - 0,0233X_2X_3X_6 + 0,0234X_4X_6 + \\
& + 0,032X_1X_4X_6 - 0,0239X_2X_3X_4X_6 + 0,0213X_5X_6 + 0,0497X_1X_5X_6 - 0,0412X_2X_5X_6 - \\
& - 0,0802X_3X_5X_6 + 0,022X_2X_3X_5X_6 - 0,0216X_4X_5X_6 - 0,0319X_1X_4X_5X_6 + \\
& + 0,0245X_2X_3X_4X_5X_6 - 0,754X_7 - 0,227X_1X_7 + 0,0541X_2X_7 - 0,0209X_1X_2X_7 + \\
& + 0,178X_3X_7 + 0,04328X_2X_3X_7 + 0,0382X_4X_7 + 0,0309X_1X_4X_7 - 0,0245X_2X_3X_4X_7 + \\
& + 0,0245X_5X_7 + 0,0472X_1X_5X_7 - 0,0306X_2X_5X_7 - 0,0774X_3X_5X_7 + 0,0277X_2X_3X_5X_7 - \\
& - 0,0228X_4X_5X_7 - 0,0323X_1X_4X_5X_7 + 0,0214X_3X_4X_5X_7 + 0,0248X_2X_3X_4X_5X_7 + \\
& + 0,276X_6X_7 + 0,0502X_1X_6X_7 - 0,03234X_2X_6X_7 - 0,0988X_3X_6X_7 - 0,02359X_4X_6X_7 - \\
& - 0,0317X_1X_4X_6X_7 + 0,0244X_2X_3X_4X_6X_7 - 0,0561X_5X_6X_7 - 0,05X_1X_5X_6X_7 + \\
& + 0,0333X_2X_5X_6X_7 + 0,07031X_3X_5X_6X_7 - 0,0234X_2X_3X_5X_6X_7 + 0,0323X_1X_4X_5X_6X_7 - \\
& - 0,0222X_3X_4X_5X_6X_7 - 0,0253X_2X_3X_4X_5X_6X_7 + 0,041 X_1^2 - 0,0415 X_2^2 - 0,106 X_3^2 + \\
& + 0,0394 X_4^2 + 0,049 X_5^2 + 0,0422 X_6^2 + 0,0367 X_7^2.
\end{aligned}$$

Полученная система уравнений регулирования теплового режима малоэтажного здания с теплонасосной установкой позволяет оценить эффективность теплонасосного теплоснабжения и рекуперации теплоты вытяжного воздуха как в течение отопительного периода, так и в летний период, когда тепловой насос может быть переключен в режим охлаждения.

Библиографический список

1. Х. Уонг. Основные формулы и данные по теплообмену для инженеров: Пер. с англ. \ Справочник. – М.: Атомиздат, 1979. – 216 с.
2. Булдакова И.Н., Корепанов Е.В. Определение теплопроизводительности вертикального грунтового коллектора теплонасосной установки в климатических условиях Удмуртской республики // Материалы 3-й Междунар. науч.-техн. конф. «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции». – М.: МГСУ, 2009. – С. 107-110.
3. Джонсон Н., Лион Ф. Статистика и планирование эксперимента в технике и науке: Методы планирования эксперимента. Пер. с англ. – М.: Мир, 1981. – 520 с.

УДК 621.577.2

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА НАГРЕВА ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В U-ОБРАЗНОМ ГРУНТОВОМ КОЛЛЕКТОРЕ ТЕПЛОНАСОСНОЙ УСТАНОВКИ

Булдакова И.Н., Булдакова Е.Н.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Корепанов Е.В.

*Ижевский государственный технический университет
г. Ижевск*

Основные проблемы, возникающие при проектировании теплонасосных

установок с грунтовыми коллекторами (теплообменниками), связаны с ошибками в определении теплового потенциала (удельной теплопроизводительности) грунта [1, С. 109-110].

Температура грунта изменяется в течение года: охлаждается в течение отопительного периода и нагревается в течение летнего периода. Глубина проникновения суточных и сезонных колебаний температуры наружного воздуха и интенсивности падающей солнечной радиации в зависимости от конкретных почвенно-климатических условий колеблется в пределах от нескольких десятков сантиметров до полутора метров. Величина потока радиогенного тепла, поступающего из земных недр, также отличается для разных местностей. От климатических условий конкретной местности зависит также и тепловая емкость грунта.

Расчет грунтового зонда целесообразно проводить в период минимальной теплопроизводительности, который из-за возможного промерзания грунта бывает в зимой в период с минимальной температурой наружного воздуха. Такой режим устанавливается на третий-пятый год эксплуатации скважины.

Из-за большого количества факторов, влияющих на тепловой потенциал геотермального грунтового коллектора в инженерных расчетах теплопроизводительность может быть определена как $q = q_c \eta_t$, где: q_c – средняя по длине теплопроизводительность с метра длины коллектора в стационарном режиме; η_t – поправка на сезонные изменения теплопроизводительности, зависящая от времени года и мощности теплонасосной установки.

По глубине скважины в установившемся режиме в зимний период можно выделить четыре характерные зоны:

- зона резкого сезонного изменения температуры (до глубины промерзания грунта);
- зона от глубины промерзания (от нулевой изотермы) до зоны постоянной температуры грунта;
- зона постоянной температуры грунта;
- зона повышения температуры грунта.

В результате экспериментальных исследований получены зависимости для расчета температуры грунта по глубине скважины характерной для Удмуртской Республики.

В первой зоне ($0 \leq h_x \leq 1,5$ м) при допущении, что температура в системе координат температура-термическое сопротивление изменяется линейно, находим температуру грунта на расстоянии h_x от поверхности земли по формуле:

$$t_x = t_{ext} + \alpha_e^{-1} \left(\frac{1}{\alpha_e} + \frac{h_s}{\lambda_s} + \frac{h_x}{\lambda_x} \right) \left(\frac{1}{\alpha_e} + \frac{h_s}{\lambda_s} + \frac{h_0}{\lambda_x} \right)^{-1}.$$

Во второй зоне ($h_0 = 1,5 < h_x \leq h_R = 18$ м) вычисляется по формуле

$$t_x = t_0 - \alpha_e^{-1} \left(\frac{1}{\alpha_e} + \frac{h_s}{\lambda_s} + \frac{h_0}{\lambda_x} \right) \left(\frac{1}{\alpha_e} + \frac{h_s}{\lambda_s} + \frac{h_R}{\lambda_x} \right)^{-1}.$$

Температурный режим слоев грунта, во второй и третьей зонах формируется под воздействием тепловой энергии, поступающей из недр земли, и практически не зависит от сезонных изменений параметров наружного

климата.

В третьей зоне в каждом сечении ($18 \leq h_x \leq 75$) температура постоянна $t_x = t_{HR} = 6,5 \text{ }^\circ\text{C}$

В четвертой зоне ($h_x > 75$) с увеличением глубины температура грунта возрастает и может быть определена по регрессионному уравнению

$$t_x = 3,39 + 0,046h_x - 3,79 \cdot 10^{-5} h_x^2.$$

Основная цель расчета грунтового коллектора заключается в определении температуры теплоносителя ϑ на выходе из трубы.

Изменение температуры по длине трубы коллектора описывается уравнением энергии потока жидкости, движущейся со скоростью u :

$$\frac{d}{dz} = \frac{\alpha \chi}{c \rho u f} (t_F - \vartheta),$$

где: t_F – температура поверхности трубы; $\chi = \pi d$ – смоченный периметр трубы; ρ – плотность теплоносителя; c – теплоемкость теплоносителя; f – площадь живого сечения потока.

Поскольку температура поверхности трубы t_F изменяется по длине, то пределах участка длиной l принимается линейный закон изменения температуры поверхности трубы

$$t_F = t'_F + \frac{t''_F - t'_F}{l} z.$$

Решение уравнения энергии при линейном изменении температуры участка трубы коллектора длиной l и температуре теплоносителя в начальном сечении участка имеет вид

$$\vartheta = \vartheta' + \frac{t''_F - t'_F}{t'_F - t''_F} \left[\frac{t''_F - t'_F}{t'_F - t''_F} NTU \right] - \exp(-NTU),$$

где: $NTU = \alpha \chi l / (c \rho u f) = \alpha F / W$ – число переноса единиц теплоты грунтового теплообменника; $F = \chi l$ – площадь боковой поверхности участка трубы длиной l ; $W = cG$ – условный (водяной) эквивалент грунтового теплообменника; $G = \rho u f$ – массовый расход теплоносителя; t'_F и t''_F – температура поверхности трубы в начале и в конце участка.

При использовании численных методов для вычисления температуры грунта вся длина разбивается на участки длиной l_i равной шагу сетки по высоте скважины. В этом случае температура в конце каждого участка определяется в результате последовательного счета:

$$\vartheta''_1 = \vartheta_0, \quad \vartheta'_i = \vartheta''_{i-1}, \quad i = 2, \dots, n.$$

Для вычисления коэффициента теплоотдачи α используется критериальное уравнение Михеева $Nu = 0,021 Re^{0,8} Pr^{0,43}$.

Температура поверхности трубы (грунта около трубы коллектора) определяется в результате решения краевой задачи теплопроводности. Поскольку проектный расчет теплонасосной установки выполняется по предельным удельным потокам теплоты с учетом выхолаживания грунта в

первые годы эксплуатации, то задача решается как стационарная. В стационарной постановке краевая задача теплопроводности грунта со скважиной и трубой с граничными условиями третьего рода на поверхности земли и на внутренней поверхности трубы коллектора и граничными условиями первого рода на бесконечном удалении от коллектора в массив грунта:

$$\begin{aligned} \operatorname{div}(\operatorname{grad} t) &= 0, \\ \lambda \frac{\partial t}{\partial x} \Big|_F &= \alpha_F (-\vartheta), \\ \lambda \frac{\partial t}{\partial y} \Big|_{y=0} &= \alpha_e (-\vartheta), \\ t \Big|_{x \rightarrow \pm\infty} &= t_x. \end{aligned}$$

Плотность теплового потока на поверхности F трубы грунтового коллектора определяется по градиенту температурного поля в грунте:

$$q = -\lambda_T \frac{\partial t}{\partial x} \Big|_F.$$

Задача решалась методом конечных элементов. Использовались квадратичные изопараметрические конечные элементы.

На рис.1 приведены температурные поля по глубине, в верхней и нижней части скважины глубиной 200 м с расходом рассола $G=0,05$ кг/с и начальной температурой рассола -8°C .

В верхней части скважины при отрицательной входной температуре рассола происходит замораживание грунта (темный цвет на рисунке). При малых расходах рассола грунт замораживается только около опускной трубы коллектора, при больших расходах замораживание происходит по всей высоте скважины. С уменьшением расхода температура рассола на выходе из коллектора увеличивается, что приводит к увеличению запаса энтальпии, а, следовательно, и к уменьшению количества скважин. При расходах теплоносителя $0,1 \dots 0,3$ кг/с температура теплоносителя монотонно возрастает как в опускной, так в подъемной трубе.

На рис. 2 приведено изменение линейного теплового потока по длине трубы коллектора. Зависимость линейного теплового потока от входной температуры рассола приведена на рис. 3.

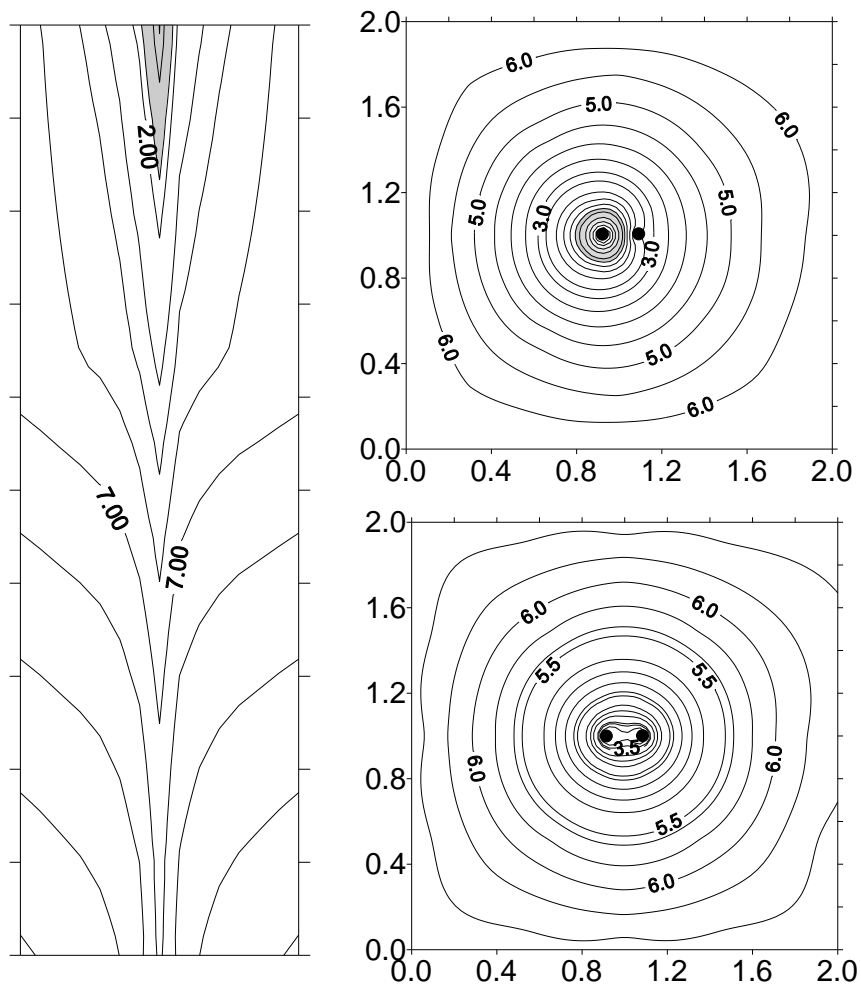


Рисунок 1 – Изотермы по глубине скважины

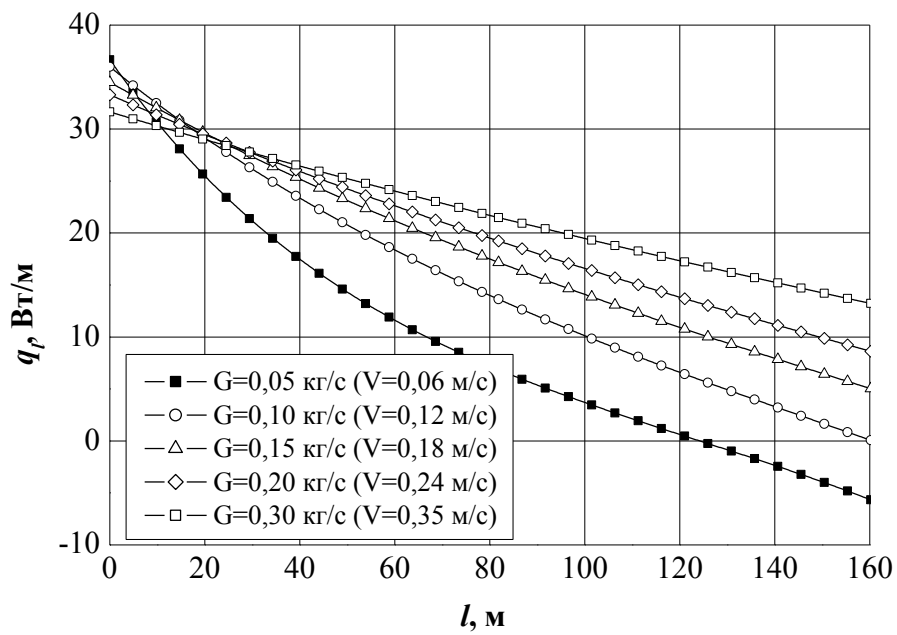


Рисунок 2 – Линейный тепловой поток на поверхности трубы коллектора при входной температуре рассола $t_{\text{рас}} = -5^{\circ}\text{C}$

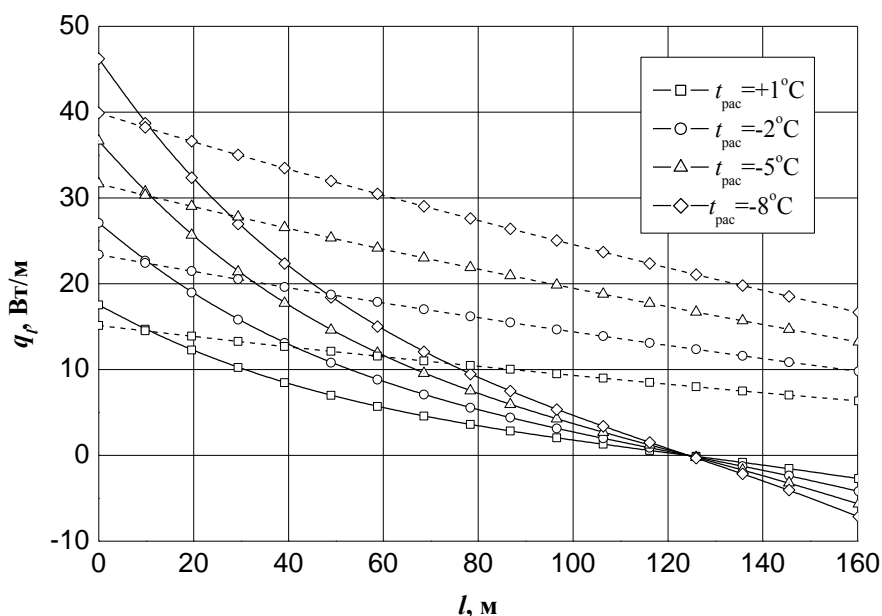


Рисунок 3 – Зависимость линейного теплового потока на поверхности трубы коллектора от входной температуры рассола: сплошная линия $G= 0,05\text{кг/с}$, пунктирная линия $G= 0,3 \text{ кг/с}$

Анализ расчетных данных, показал, что теплопроизводительность вертикального грунтового коллектора даже в зоне нулевого геотермического градиента зависит как от характеристик грунта, так и от режимных и температурных факторов. Среднее значение линейного теплового потока q_l изменяется от 4 до 20 Вт/м, что ниже значений (20-60 Вт/м), приведенных в [2, С. 104-106] и рекомендованных в инструкциях по проектированию грунтовых коллекторов, например в рекомендациях фирмы Данфос. Разброс данных по погонному тепловому потоку коллектора и отличие от полученных моделированием объясняется тем, что в литературных источниках приводятся в основном данные, полученные в станах северной Европы, где температура грунта значительно выше, чем в России. Так в Германии в зоне нулевого градиента приблизительно 12°C , а для Ижевска (средняя часть России) $6,5^\circ\text{C}$. Поэтому для исключения проектных ошибок следует применять усредненную величину q_l , характерную для конкретной местности.

Библиографический список

1. Булдакова И.Н., Корепанов Е.В. Определение теплопроизводительности вертикального грунтового коллектора теплонасосной установки в климатических условиях Удмуртской республики // Материалы 3-й Междунар. науч.-техн. конф. «Теоретические основы теплогазоснабжения и вентиляции». – М.: МГСУ, 2009. –С. 107-110.
2. Рэй Д, Макмайкл Д. Тепловые насосы. М.: Энергоиздат, 1982. – 224 с.

РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОРПУСА СИБГИУ

Коткин А.Д., Кочетыгова К.М.

Научный руководитель: доцент Логунова О.Я.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

В металлургическом комплексе СибГИУ в настоящее время функционирует однотрубная тупиковая система отопления с нижней разводкой. С момента постройки здания, она многократно реконструировалась без предварительного гидравлического расчёта. В настоящее время температура зимой в некоторых кабинетах опускается до +14°C, что приводит к дискомфорту.

Была поставлена задача сконструировать систему отопления, пользуясь в большей степени старыми отверстиями для труб и прежним положением теплового пункта. Кроме того, учитывая бюджетное финансирование университета, требовалось заложить минимальную стоимость при высоком качестве и управляемости системы.

В качестве приборов рассматривается два варианта: конвекторы «Универсал» КСК-20 и чугунные радиаторы МС-140-98 как наиболее дешёвые.

Стояки П-образные, в случае установки конвекторов «Универсал» замыкающие участки отсутствуют и запорно-регулирующая арматура на приборные узлы не ставится, регулирование теплоотдачи прибора будет происходить только воздушным клапаном. При установке чугунных радиаторов ставятся смещённые замыкающие участки и вентили на каждый отопительный прибор. С помощью компьютерной программы «Поток» рассчитаны 2 попутные системы с каждым из вышперечисленных видов отопительных приборов, 2 тупиковых системы с конвекторами и радиаторами, а также секционированная система с чугунными радиаторами

В качестве теплоносителя используется сетевая вода с параметрами 150/70 со срезкой до 125 градусов. В тепловом узле температура понижается до 105°C.

Анализ результатов расчета показал, что из двух вариантов попутных систем лучшей будет система с установкой конвекторов КСК-20, т.к. расход теплоты в ней составляет 304 кВт против 313,6 в системе с чугунными радиаторами, непроизводительные затраты тепла 5% против 8%.

Среди тупиковых систем выигрышной также оказывается система с установкой КСК-20 «Универсал». Она лучше по расходу труб ($5,053 \frac{\text{кг}}{1000\text{Вт}}$ против 5,908 и 5,959), по расходу воды ($7437 \frac{\text{кг}}{\text{ч}}$ против 7696 и 7720), непроизводительным затратам теплоты (5% против 8% в обоих случаях) и гидравлическому сопротивлению, (14500 Па: против 19000 и 17806).

При сравнении лучших вариантов тупиковых и попутных систем

предпочтение следует отдать системе тупиковой, которая по технико-экономическим показателям превосходит попутную. В ней меньше расход труб, (на 2,541 кг/1000Вт, гидравлическое сопротивление на 7528 Па). Часовой расход теплоты и воды на также уменьшаются, но незначительно. Кроме того, в тупиковой системе с конвекторами будут использоваться меньшее количество дорогих балансировочных клапанов для увязки колец циркуляции.

В проекте разработана система автоматизации индивидуального теплового пункта, целью которой является более эффективное решение задач отдельных его звеньев, без непосредственного вмешательства человека.

Для понижения температуры теплоносителя для систем отопления предусмотрено насосное смешение для получения расчетной температуры теплоносителя – 105°C. В тепловом узле предусмотрено погодное регулирование температуры теплоносителя, установка теплосчетчика и регулятора перепада давления. Подобрано оборудование на основе выпускаемого фирмой «Данфосс».

Проект включает чертежи системы отопления и рекомендуется для использования при замене системы.

Таблица 1 – Сравнение показателей различных систем отопления

Параметры Системы	Система тупиковая с конвекторами и КСК-20 «Универсал».	Система тупиковая с чугунными радиаторами МС-140-98	Система тупиковая секционированная с чугунными радиаторами МС-140-98	Система попутная с конвекторами КСК-20 «Универсал»	Система попутная с чугунными радиаторами МС-140-98
Расход труб кг/1000Вт	5.053	5.908	5.959	7.594	7.542
Непроизводительные затраты теплоты системой, %	5	8	8	5	8
Гидравлическое сопротивление, Па	14500	19000	17837	21758	22995
Расход воды, кг/ч	7437	7696	7720	7468	7705
Расход теплоты системой, кВт	302.7	313.3	314.3	304.0	313.6

УДК 697.1

ОБСЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ ОТОПЛЕНИЯ ЗДАНИЯ АБК ЗАО «ВОДОКАНАЛ»

Куценко А.А.

Научный руководитель: Зоря И.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Система отопления – одна из самых дорогих инженерных систем. В

регионах с холодным климатом, таким как в Кемеровской области, её стоимость составляет 4 – 6% единовременных затрат на строительство здания и 40 – 50% эксплуатационных затрат.

Система отопления административного бытового комплекса (АБК) ЗАО «Водоканал» была смонтирована без предварительного проекта. Качество обогрева помещений является неудовлетворительным. Желание улучшить обогрев привело к несанкционированным частичным изменениям элементов системы, что не дало положительного результата. В одной части здания наблюдается перегрев, в другой – недогрев помещений.

В настоящем действует система отопления: водяная, с температурой теплоносителя 95/70°C, однотрубная, тупиковая, с нижней разводкой.

Магистральные трубопроводы расположены в подвале здания АБК. Отопительные приборы – конвекторы «ЛАК», радиаторы «Global».

Теплоноситель поступает из центрального теплового пункта (ЦТП), расположенного на территории ЗАО «Водоканал». Кроме обследуемого здания АБК теплом из ЦТП снабжаются склады, ремонтные цеха и гаражи. Снижение температуры производится внутри ЦТП и теплоноситель подается в АБК по теплопроводам, расположенным под землей.

Автором проведено обследование существующей системы отопления, дана оценка эффективности ее работы, причины ее неудовлетворительной работы, рекомендации по улучшению без внесения капитальных затрат. В будущем система должна быть реконструирована, для чего выполнен проект реконструкции.

В результате работы сделаны следующие выводы:

1. Падение температуры в подземных теплопроводах составляет более 20°C, что ведет к огромному перерасходу тепловой энергии на отопление и вентиляцию зданий. Первоочередной задачей является ревизия этих теплопроводов и их действенная эффективная теплоизоляция. В результате этого резко снизится расход воды и, соответственно, затраты на теплоснабжение.

2. Действующая система отопления АБК не поддерживает заданную температуру внутреннего воздуха помещений. Основной причиной этого является то, что монтаж системы был произведен без проекта. Из-за этого неправильно были назначены диаметры отдельных стояков и участков магистрали, отсутствует нормальная увязка стояков и ветвей и нарушено распределение воды в элементах системы.

3. Замыкающие участки приборных узлов снабжены запорной арматурой (рисунок 1, а), врезанной в процессе эксплуатации для повышения расхода воды через прибор данного этажа. Это снижает температуру теплоносителя, поступающего в последующие приборы. Для повышения теплоотдачи последующих приборов рекомендовано удрать данную арматуру (рисунок 1, б).

Контроль температуры производился с помощью тепловизора марки Fluke Ti20. На рисунке 2 приводится снимок прибора установленного на лестничной клетке в здании АБК. Как видно из рисунка, прибор засорен, в следствии чего он не отдает достаточно тепла для восполнения теплопотерь помещением.

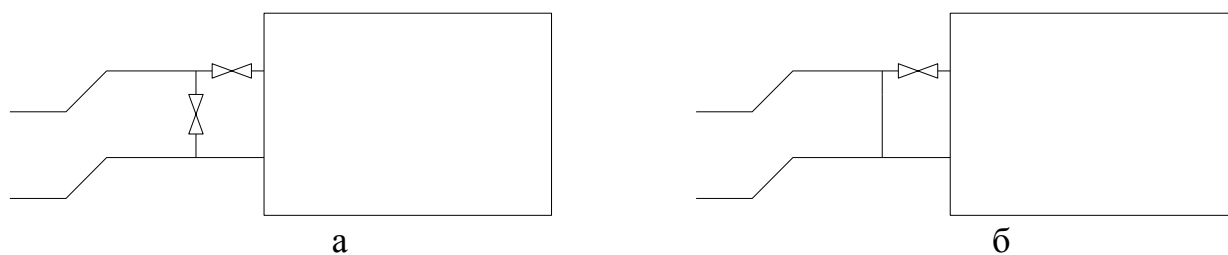


Рисунок 1 – Присоединение приборов к стояку.
а - действующее; б - рекомендуемое

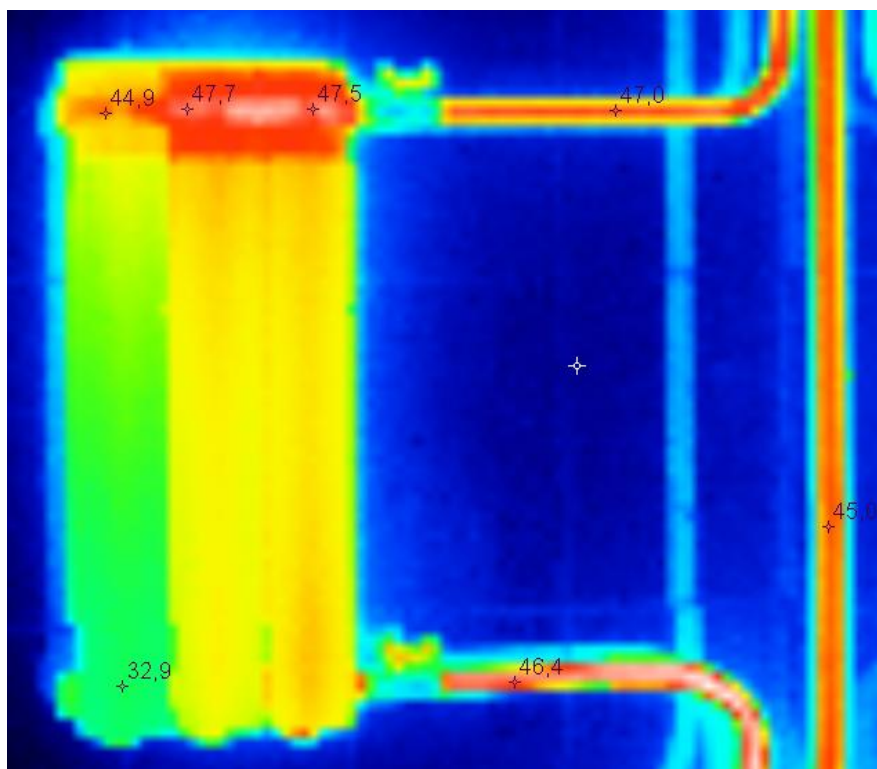


Рисунок 2 – Распределение температур в отопительном приборе

4. Нагревательные приборы нерационально присоединены к опускной части стояка (см. рисунок 3,а). При этом нельзя регулировать расход теплоносителя, поступающего в приборы. Целесообразнее часть приборов присоединять к подъемной части стояка, а другие к опускной (см. рисунок 3, б).

5. В помещениях, расположенных в правой части здания, которые находятся ближе к тепловому пункту, наблюдается перегрев при температуре теплоносителя на входе в стояки согласно температурному графику. Следовательно, система разрегулирована и в эти стояки подается повышенный расход воды.

6. В помещениях, расположенных в левой части здания, дальше от теплового пункта, температура внутреннего воздуха ниже нормативной. Причиной этого является отсутствие изоляции на магистральных трубопроводах, проложенных в подвале, из-за чего растут теплопотери подающего трубопровода. Также, причиной недогрева помещений является то, что предыдущие по ходу движения воды стояки забирают расход больше

расчетного, и в приборы не поступает достаточно теплоносителя.

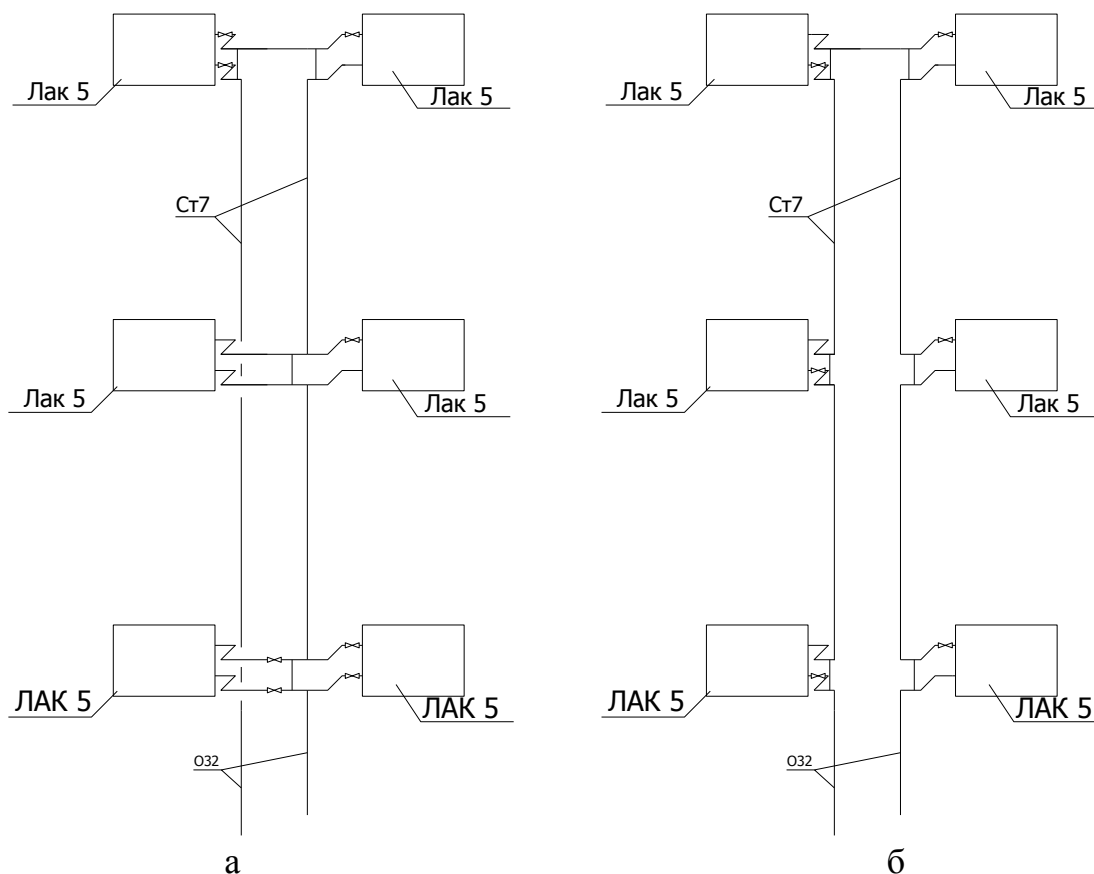


Рисунок 3 – Присоединение приборов.
а – действующее; б – рекомендуемое

7. Помещения четвертого этажа обслуживаются отдельным стояком, схема двухтрубная, горизонтальная (см. рисунок 4). Т.к. монтаж выполнен без предварительного расчета, в стояк поступает расход меньший требуемого. Из-за этого большая часть теплоносителя проходит через первые приборы и сливается в обратный трубопровод, а к последующим поступает недостаточный расход и в обслуживаемых ими помещениях наблюдается недогрев.

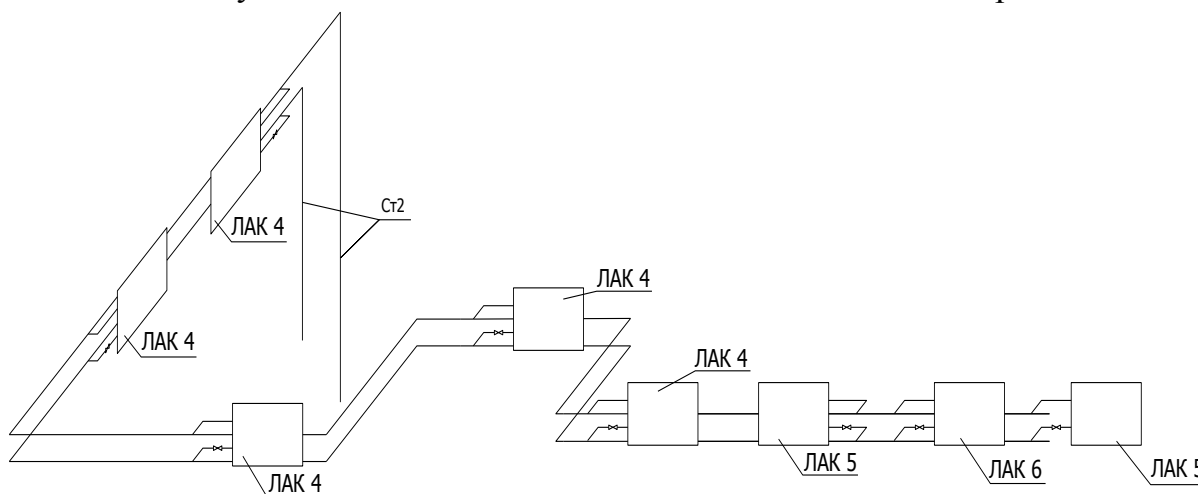


Рисунок 4 – Схема присоединения приборов четвертого этажа

Без внесения капитальных изменений в конструкцию основными методами по улучшению работы действующей системы отопления можно предложить:

- теплоизоляцию магистральных трубопроводов;
- удаление запорной арматуры на замыкающих участках;
- установка дополнительных сопротивлений на стояках расположенных ближе к тепловому пункту для снижения расхода поступающего в них теплоносителя.

- промывку стояков и приборов для снижения их гидравлического сопротивления.

Эти первоочередные меры предназначены для устранения наиболее значительных недостатков существующей системы отопления без существенных капитальных затрат, но не исключают их полностью и не обеспечивают надлежащее энергосбережение.

Таким образом, без внесения кардинальных изменений в действующую систему отопления добиться от нее нормальной работы затруднительно, потребовалось спроектировать и просчитать новую систему, для которой были учтены пожелания администрации ЗАО «Водоканал». В процессе проектирования определены потери тепла зданием через ограждающие конструкции. Гидравлический расчет и подбор типоразмера отопительных приборов был произведен по программе «ПОТОК», которая входит в программный комплекс «ТЕРЛООV». Новая система отопления конструктивно более рациональна, предполагает автоматическое регулирование температуры в помещениях с помощью терморегуляторов марки RTD-G 013L3744.

УДК 347.751.7:621.31

**ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ
Г. ПРОКОПЬЕВСКА В УСЛОВИЯХ СНИЖЕНИЯ
УДЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ НА
ТРАНСФОРМАТОРНЫЕ ПОДСТАНЦИИ**

Воронов М.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Пугачев Е.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

На сегодняшний день энергосбережение является одним из наиболее важных направлений дальнейшего эффективного развития энергетической отрасли. Энергосбережение касается не только крупных предприятий, на которых происходит энергопотребление в больших объемах, но и небольших организаций и даже частных квартир жителей города. Иными словами свой вклад в долю энергосбережения способен внести каждый человек.

Энергосбережение – это наиболее эффективное потребление человеком энергии (электрической, тепловой, энергии движения), которая необходима ему

для комфортного проживания и расходуемая на непосредственные нужды, но не сверх этого. Простой пример – электрическая лампочка. Электрическая лампочка бывает двух видов: лампа накаливания и люминесцентная (энергосберегающая) лампа.

В лампе накаливания электрическая энергия преобразуется в световую энергию (10-20% от мощности) и тепловую энергию (80-90%). В люминесцентной энергосберегающей лампе доля световой энергии равна 75-85%, а тепловая энергия соответственно 15-25%. Из этих примеров видно, что отношение “полезной” энергии (световой) к общей отличается примерно в 5 раз, и если взять стандартную лампу накаливания, мощностью 100Вт, то энергосберегающая лампа с тем же самым световым потоком (приблизительно 1100-1150 Люмен) будет потреблять 20Вт.

Рассмотрим, к примеру, стандартную двухкомнатную квартиру, для комфортного проживания в ней необходимо 7 ламп (кухня, туалет, ванная, коридор, спальня – по одной 100Вт лампе и зал – две 100Вт), то есть общая световая мощность с 700Вт снизилась до 140Вт. Количество часов в месяц, использования лам варьируется от 400-800 часов, среднее 600. $600 \text{ часов} \times 100 \text{ Вт} = 60 \text{ кВт} \cdot \text{час}$ в месяц (при тарифе за электроэнергию 1,40руб/кВт·час получаем 84руб) – при использовании лам накаливания. Соответствующий расчет для энергосберегающих лам будет выглядеть следующим образом: $600 \text{ часов} \times 20 \text{ Вт} = 12 \text{ кВт} \cdot \text{час}$ (при том же тарифе – 16,8руб). Экономия в месяц составила при переходе с лам накаливания на энергосберегающие лампы – 67,2руб/месяц.

Если взять стандартный двухподъездный 10 этажный дом, в котором на каждом этаже в каждом подъезде находятся по 4 квартиры (1-трехкомнатная, 1-двухкомнатная, 2-однокомнатные) то количество ламп в квартирах на этаже будет соответственно – 27 штук; во всем доме в квартирах – 540 штук. Выполнив вышеприведенные расчеты и для простоты усреднив их получаем: мощность лам накаливания – 54кВт, месячный расход электроэнергии – 4500кВт·час, плата за электроэнергию – 6300руб/месяц; для энергосберегающих ламп: мощность – 10,8кВт, месячный расход электроэнергии – 900кВт·час, плата за электроэнергию – 1260руб/месяц. Экономия только при переходе всех жильцов одного дома с лам накаливания на люминесцентные лампы составит в энергетической части – 43,2кВт, а в денежной – 5040руб/месяц.

Но отказ от ламп накаливания не единственный способ уменьшения энергетической нагрузки на жилой дом. Есть множество разных способов сократить мощность, совсем не стесняя при этом жильцов.

Это, например, установка светильников в подъезде с двойным управляющим воздействием:

- от фотореле с фотодатчиком, установленным в помещении, экранированном от прямых попаданий солнечных лучей и искусственных источников света в вечернее и ночное время, подача напряжения на светильники будет осуществляться, только при снижении освещения ниже порогового срабатывания;

- от датчика движения или акустического преобразователя, установленного в непосредственной близости от осветительного прибора,

который будет срабатывать и подавать на светильник питание, только если в зоне действия датчика будет зафиксировано движение объекта (датчик движения) или питание светильника осуществиться при каком-либо акустическом возмущении (хлопок рук, топот ног, звук открывающегося лифта) выше порогового срабатывания, отстроенного в датчике (акустический преобразователь).

После включения светильника реле времени в датчиках будет подавать напряжение на лампу в течении 1 – 2 минут, для того, чтобы жилец мог по освещенному коридору зайти или выйти из квартиры, после чего светильник погаснет. Экономия электроэнергии на каждый светильник при такой системе освещения будет составлять от 45% на первом этаже до 90% на последнем. При этом качество освещения не будет ухудшено по сравнению с обычной схемой освещения подъездов.

Установка светильников наружного освещения придомовой территории с энергосберегающими лампами или со светодиодами тоже значительно понизит электрическую нагрузку на дом.

Но самое значительное сокращение удельной электрической нагрузки на жилой дом может осуществляться путем снижения потребления жильцами электроэнергии в пиковые часы с переносом крупных энергоемких процессов (приготовление пищи, стирка, пользование пылесосом) на часы, с меньшим потреблением электроэнергии, чем в часы с максимальной нагрузкой. Тем самым возможность комфортного проживания не нарушится. А большое потребление электроэнергии лишь несколько распределится по времени в течение суток с меньшими или же иными пиковыми потреблением.

Смещение энергоемких процессов можно стимулировать снижением тарифа оплаты электроэнергии энергоснабжающей организацией населением на 10 – 25%, в зависимости от параметров распределительной сети (мощности трансформатора, потерь напряжения в линиях электроснабжения).

УДК 691.327.32:662.613.11

ВЛИЯНИЕ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛЯ НА СТЕПЕНЬ ПОРИЗАЦИИ ПЕНОБЕТОНА НА ОСНОВЕ ЗОЛЫ КАЛТАНСКОЙ ГРЭС

Алешин Н.Д.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Панова В.Ф.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Снижение энергоемкости возможно за счет применения ограждающих конструкций зданий, имеющих повышенное сопротивление теплопередаче и применения местных материалов и вторичных минеральных ресурсов (ВМР). К последним можно отнести пенобетон на золошлаковой смеси.

Цель настоящей работы состояла в исследовании золошлаковой отвальной смеси для получения пенобетона. Работа проводилась в лаборатории «Строительные материалы» СибГИУ. Установлена возможность получения

теплоизоляционно-конструктивного пенозолобетона средней плотности 700 кг/м³. В качестве заполнителя применена ЗШО – специально подготовленная золошлаковая смесь из отвала Южно-Кузбасской ГРЭС.

На первом этапе изучены свойства заполнителя, а именно содержание в нем радиоактивных и токсичных веществ (тяжелых металлов, радионуклидов и т.д.) (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Химический состав ЗШО

Оксиды	Содержание, %			
	зола-унос проба № 1	зола-унос проба № 2	шлак проба № 3	шлак проба № 4
SiO ₂	61,6	61,3	59,3	55,2
Al ₂ O ₃	19,3	21,9	24,2	24
Fe ₂ O ₃	12,0	8,8	9,0	12,1
CaO	2,1	2,2	1,9	2,7
MgO	1,1	1,1	1,3	1,6
SO ₃	0,3	0,3	0,2	0,3
NiO ₂	0,8	0,9	0,9	0,9
Na ₂ O	2,3	2,7	2,4	1,9
K ₂ O	0,9	0,9	0,9	1,2
P ₂ O ₅	0,4	0,4	0,4	0,4
MnO	следы			

Таблица 2 – Содержание микроэлементов в пробах

Наименование элементов	Среднее содержание по всем пробам, г/т	Среднее фоновое содержание	
		в земной коре, г/т	в глинистых и песчаных породах, г/т
Бериллий, Be	1-2	28	1-3
Кобальт, Co	10-20	25	1-19
Хром, Cr	40-50	100	35-90
Медь, Cu	20-30	35	4-45
Марганец, Mn	900	950	100-850
Никель, Ni	30-40	75	2-68
Свинец, Pb	20	20	7-20
Стронций, Sr	15	375	20-300
Ванадий, V	20	135	20-130
Молибден, Mo	10	1,5	0,2-2,6
Ниобий, Nb	33	20	1-11
Цинк, Zn	30-40	70	16-95
Барий, Ba	1000	425	100-580
Серебро, Ag	0,1-0,3	0,07	0,1
Цирконий, Zr	350	165	160-220
Скандий, Sc	5	6	1-1,5

Установлено, что среднее содержание микроэлементов в ЗШО

существенно ниже средних фоновых содержаний. Исследование на радиоактивность подтвердило, что ЗШО относятся к I-ой группе с $A_{эфф} < 350$ Бк/кг, т.е. они применимы для всех видов строительных материалов. Физико-механические свойства ЗШС Южно-Кузбасской ГРЭС следующие:

- насыпная плотность, кг/м ³	742
- истинная плотность, кг/м ³	2150
- модуль крупность	3,2
- водопотребность, %.....	48,2
- влажность, %.....	12-15

Золошлаковая смесь перед применением требует подсушки до влажности 1 % и менее и далее измельчение на бегунах, эффективнее в шаровой мельнице с одновременной подсушкой в ней сырья. Измельчение ЗШС должно быть до удельной поверхности не менее 2000 см²/г до 4000 см²/г. Исследуемые продукты получены при сжигании каменных углей, т.е. относятся к «кислым» ($SiO_2=55-61$ %, $Al_2O_3=19-24$ %) и гидравлически активному сырью с повышенным содержанием стекловидной составляющей (рисунок 1). Они после механической (домол до удельной поверхности более 4000 см²/г) и химической активизации (добавка извести) могут работать как вяжущее вещество.

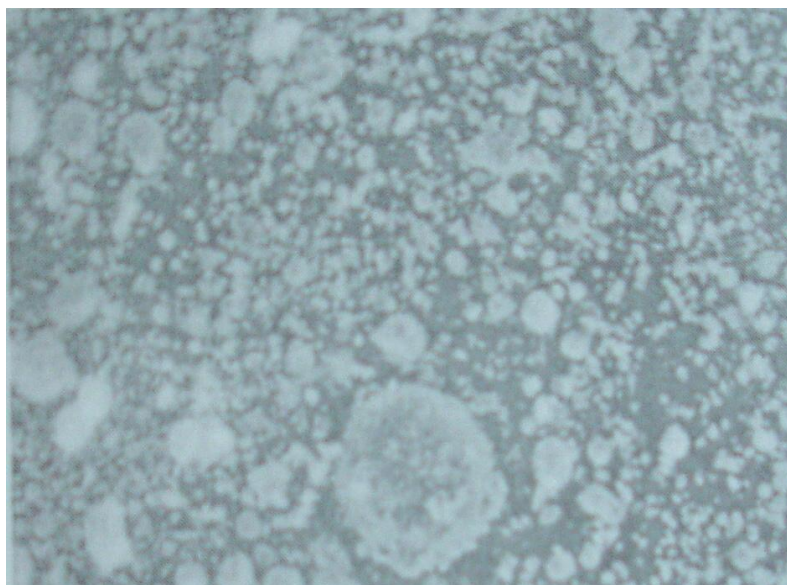


Рисунок 1 – Золошлаковая смесь Южно-Кузбасской ГРЭС

При эксперименте использовано смешанное цементно-известково-зольное вяжущее. Установлено оптимальное соотношение между кремнеземистым компонентом и вяжущим «С».

Золоцементная смесь готовилась при $C=0,75; 1; 1,25; 1,5$. Результаты экспериментов позволяют утверждать, что оптимальным соотношением является $C=0,75$. В эксперименте было рассмотрено четыре состава с различным содержанием извести – 5; 10; 15; 20 %. Оптимальное содержание извести составляет 10 %.

Экспериментально устанавливался наиболее подходящий для использования пенообразователь. В качестве пенообразующих добавок были

применены ПБ-2000, ПО-1 и СНВ. Добавки вводились в смесь в количестве 0,05-0,2 % к массе сухих компонентов. Для характеристики степени поризации бетонной смеси ввели величину, называемую коэффициентом поризации K , представляющим собой отношение объема поризованной смеси V (в данный момент перемешивания) к начальному ее объему V_0 .

Результаты опытов, приведенные на рисунке 2, показывают, что из примененных в опытах ПАВ наибольшим пенообразующим эффектом обладает ПБ-2000. Следовательно, из исследуемых видов порообразователей наилучшим оказался ПБ-2000.

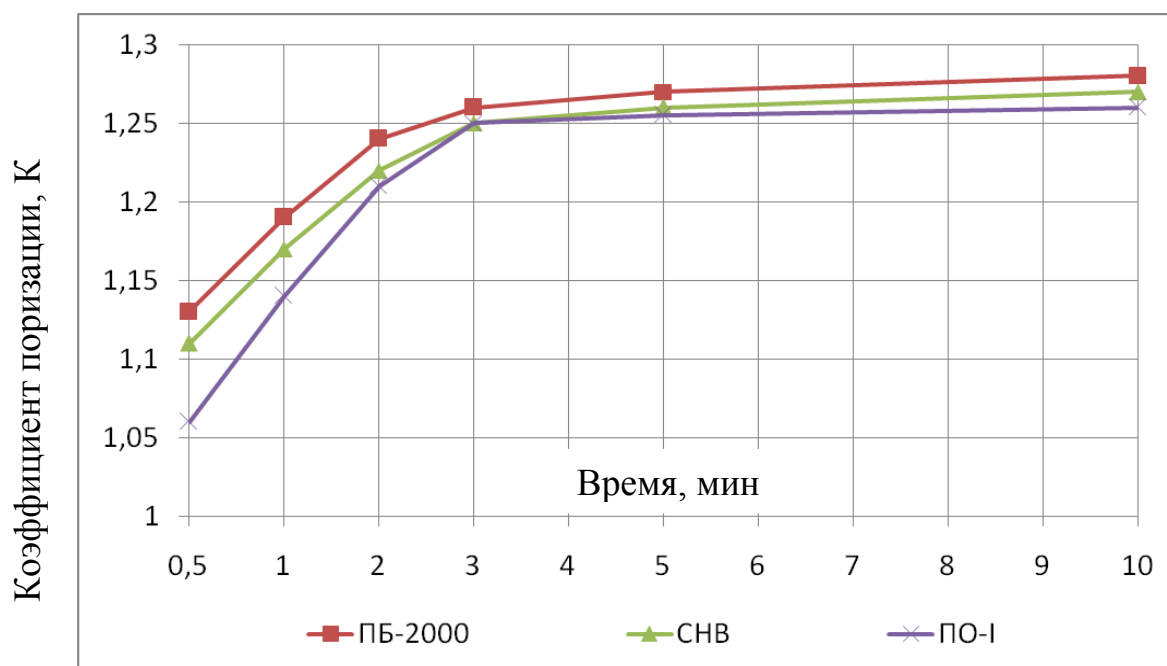


Рисунок 2 – Влияние пенообразователей на степень поризации смеси

Таким образом, экспериментально установлены основные параметры необходимые для расчета состава пенозолобетона. Состав ячеистого бетона с расчетной средней плотностью 700 кг/м^3 определялся в соответствии с «Инструкцией по технологии изготовления изделий из ячеистого бетона», СН 277-80.

Пенобетон оптимального вещественного состава готовился по технологии совместного приготовления раствора и пены заданной концентрации в турбулентном бетоносмесителе с непосредственной разливкой пеномассы в ячейковые формы с последующим пропариванием при атмосферном давлении по режиму 3-6-3 часов при температуре изотермической выдержки $80-90 \text{ }^\circ\text{C}$.

Полученный пенозолобетон характеризуется следующими показателями: средняя плотность $700-800 \text{ кг/м}^3$, прочность при сжатии $35-50 \text{ кгс/см}^2$, что позволяет готовить блоки толщиной 40 см.

II. ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 628.5:669.1(571.71)

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ УЩЕРБ ОТ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Смирнягина О.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Пожидаев Ю.В.

Сибирский государственный индустриальный университет

г. Новокузнецк

К числу важнейших отраслей тяжелой индустрии относится черная и цветная металлургия. Предприятия металлургии находятся на втором месте по массе выбросов загрязняющих веществ в атмосферу, на их долю приходится 30,96% (386,84 тыс.т) от валового объема выбросов по области, в том числе черная металлургия – 28,32%, цветная – 2,64%. [1, С.30-31].

Металлургический процесс сопровождается образованием значительных объемов отходов производства. Это, в первую очередь, отходы добычи и обогащения рудного сырья и флюсовых материалов. Другой источник образования отходов – непосредственно процесс выплавки стали, чугуна, цветных металлов, сопровождающийся образованием каменноугольных и металлургических шлаков, съемов, печного боя, формовочной горелой земли и других специфических отходов. Образование отходов металлургии составило 36,862 млн.т, причем 73,7% из этого количества составляли отходы V класса опасности, в том числе, тыс.т:

I класс – 13,755; IV класс – 9620,836;

II класс – 41,987; V класс – 27174,364;

III класс – 11,864; всего – 36862,206. [1, С.32].

Качество окружающей среды в значительной степени определяет уровень здоровья населения. На каждого жителя Кемеровской области приходится примерно в 3 раза больше вредных выбросов в атмосферу, чем в среднем по Российской Федерации. Кузбасс входит в число двадцати территорий России (из 79), имеющих наиболее высокие коэффициенты смертности населения. За последние 5 лет количество жителей Кузбасса уменьшилось на 83,2 тыс.человек, в том числе на 49,1 тысячи мужчин, на 34,1 тысячи женщин, на 102,1 тысяч детей (0-15 лет). [1, С.182-183].

В целях охраны окружающей среды определяются основные положения в области экологической безопасности и устанавливаются общие требования к обеспечению экологической безопасности процессов производства, хранения, перевозки, утилизации продукции. Механизмом государственного регулирования природоохранной деятельности и обеспечения экологической безопасности служит обязательное подтверждение экологического соответствия продукции, регламентируемое законом о техническом регулировании. [2].

Обязательное подтверждение экологического соответствия продукции
 – это документальное удостоверение соответствия продукции природоохранным нормативам, установленным техническими регламентами и (или) другими нормативными правовыми актами.

Осуществляется оно в формах:

- обязательной экологической сертификации;
- принятия декларации об экологическом соответствии.

Обязательной экологической сертификации подлежит продукция, указанная в таблице 1. Процедуры обязательной экологической сертификации проводят органы по сертификации с участием испытательных лабораторий, аккредитованных в установленном порядке.

Таблица 1 – Виды продукции, подлежащие обязательной экологической сертификации

Наименование продукции	Коды ОК 002-93 и ОК 005-93	Воздействие на окружающую среду	Схема подтверждения соответствия
1. Сырье рудное, нерудное, вторичной черной металлургии и кокс	07 0806; 07 6100; 07 9000	Нормативы воздействия.* Показатели экологической эффективности СУОС**	1, 2
2. Металлы цветные, их сырье, сплавы и соединения	17 1120; 17 1210; 17 1310; 17 1401; 17 1500; 17 2152; 17 2515; 17 2532; 17 2800; 17 2830; 17 3200; 17 3300; 17 6000; 17 6820; 17 6850	Нормативы воздействия. Показатели экологической эффективности СУОС	1, 2
3. Продукция электродной и твердосплавной промышленности. Изделия из цветных металлов	19 9300	Нормативы воздействия. Показатели экологической эффективности СУОС	1, 2

* - нормативы воздействия в соответствии с ФЗ «Об охране окружающей среды».[3].

** - СУОС – Система управления окружающей средой.

Процедуры включают:

- подачу заявки на сертификацию;
- принятие решения по заявке, в том числе выбор схемы;
- отбор, идентификацию образцов и их испытания;
- оценку производства (если это предусмотрено схемой сертификации);
- анализ полученных результатов и принятие решений о выдаче (или отказе в выдаче) сертификата;

- выдачу сертификата;
- осуществление инспекционного контроля за сертифицированной продукцией (если это предусмотрено схемой сертификации);
- корректирующие мероприятия при нарушении соответствия продукции установленным требованиям и неправильном применении знака соответствия;
- информацию о результатах сертификации.

Схемы обязательного подтверждения экологического соответствия, применяемые при обязательной экологической сертификации и декларировании экологического соответствия, приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Схема подтверждения соответствия

Номер схемы	Испытания в аккредитованных испытательных лабораториях	Проверка производства (системы управления окружающей средой)	Инспекционный контроль
1	Испытания типа продукции (на стадии производства)	Анализ состояния производства	Анализ состояния производства. Испытания типа продукции (взятой у изготовителя)
2	Испытания типа продукции (на стадии производства)	Сертификация СУОС	Контроль сертифицированной СУОС
3	Рассмотрение декларации о соответствии с прилагаемыми документами	Анализ состояния производства	Анализ состояния производства
4	Рассмотрение декларации о соответствии с прилагаемыми документами	Сертификация СУОС	Контроль сертифицированной СУОС

Срок действия экологического сертификата соответствия устанавливает орган по сертификации учетом результатов сертификации и сроков действия нормативных правовых актов, устанавливающих обязательные природоохранные нормативы и требования на сертифицируемую продукцию, но не более чем за три года. Продление срока действия экологического сертификата производится в порядке, установленном для его получения.

При внесении изменений в нормативную и техническую документацию на продукцию, прошедшую обязательную экологическую сертификацию, а также в организационно-правовые документы организации или других изменений, которые могут отразиться на требованиях, подтверждаемых при обязательной экологической сертификации, держатель экологического сертификата должен извещать об этом орган по сертификации, который может принять решение о необходимости проведения дополнительных проверок или инспекционного контроля.[4].

Библиографический список

- 1) Волынкина Е.П. Экологические проблемы горно-металлургического

региона: Кузбасс: учебное пособие / Е.П.Волынкина, Л.Б.Павлович, И.Г.Атапина; СибГИУ. – Новокузнецк, 2006. – 205с.

2) Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002 N 184-ФЗ

3) Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 N 7-ФЗ

4) Федеральный закон «Об осуществлении обязательной экологической сертификации» от 10.06.2003

УДК 622.6

ПРИМЕНЕНИЕ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНА (НА ПРИМЕРЕ АГРОБИОСТАНЦИИ)

Казанцева Д.О.

Научный руководитель: к.г.н., доцент Верховина М.Ф.

*Кузбасская государственная педагогическая академия
г. Новокузнецк*

В географии определение ландшафта звучит так: «Ландшафт – это природный территориальный комплекс, обладающий единичным геологическим фундаментом, однотипным рельефом, общим климатом, единообразным сочетанием гидротермических условий, почв, биоценозов».[5,стр.76] Ландшафтный дизайн предполагает создание искусственного ландшафта. Эта сфера деятельности стала сегодня более распространённой, и в связи с этим появилось достаточно большое количество работ. Специалисты ландшафтного дизайна становятся особенно востребованными в связи с широкомасштабным созданием малых садов возле общественных и промышленных зданий, с индивидуальным строительством коттеджей, особняков. «Ландшафтный дизайн - это сфера деятельности, направленная на формирование комфортной архитектурной среды с использованием средств озеленения, геопластики, водных устройств, малых архитектурных форм, декоративного покрытия, элементов освещения».[2, стр. 6] Основной задачей ландшафтного дизайна является создание комфортной среды для жизнедеятельности человека по экологическим, функциональным и ландшафтным показателям. Решение эстетических задач направлено на создание гармоничной среды с использованием растений. Многочисленными научными исследованиями доказана их решающая роль в улучшении состава воздуха, обогащении его кислородом и очищении от вредных бактерий и примесей. Растительность благотворно влияет на температурный режим и влажность воздуха, защищает от сильных ветров, уменьшает городской шум.[4, стр. 10-11] Декоративные свойства растений - разнообразие форм, цвета и фактуры - создают широкие возможности для создания современных проектов ландшафтного дизайна.

Стремление окружить себя искусственной природой проявилось у человека очень давно. Однако вплоть до 18-19 веков общественные сады были

исключительным явлением и содержались на средства богатых меценатов, хотя первые искусственные сады встречаются уже в Древнем Египте.

В эпоху возрождения существовало 3 типа садов:

- Монастырский тип садов

Планировка дворов носила регулярный характер, в основу которой была положена прямолинейность. В монастырских садах разводили плодовые деревья, виноград, овощи, цветы, лекарственные растения. Основной чертой монастырского типа садов были их уединённость, созерцательность, тишина, утилитарность.

- Феодальный тип садов

Феодальные сады в отличие от монастырских были меньшего размера, располагались внутри замков и крепостей. В них устраивались крытые аллеи из винограда, розарии, выращивались яблони, а также цветы, высаживаемые в клумбы по специальным рисункам.

- Мавританский тип садов

Первые из них появились в Европе. Они походили на древнеегипетские, но несли в себе больше изящества и отличались от них смелостью замысла, утонченной грациозностью форм. Мавританские сады подразделялись на наружные и внутренние. Наружные сады не отличались роскошью и были предназначены для хозяйственных нужд. Они засаживались плодовыми деревьями и шелковицей. В центре каждого наружного сада устраивался фонтан.[1,стр.30-33]

Отдельным пунктом в истории развития ландшафтного дизайна стоит садовое искусство Японии. Это уникальное явление, представляющее тщательно разработанную философско-эстетическую систему осмысления окружающей среды как универсальной модели мироздания и стоящее особняком от других видов садов. Основными элементами создания японского сада являются карликовые деревья, постройки в японском стиле и небольшие пруды, различной формы камни.

Нами была поставлена цель ландшафтного проектирования агробиостанции. Агробиостанция – это научно – исследовательская база студентов естественно-географического факультета Кузбасской Государственной педагогической академии. Она находится в окрестностях села Атаманово на левом берегу реки Томь, Новокузнецкого района, Кемеровской области. Здесь преобладают посадки лиственных деревьев, поля, а также пруд. Климат континентальный. Наиболее распространены серые лесные и пойменно-луговые почвы.

Для выполнения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи, такие как разработка ситуационного плана (чертежа участка в выбранном масштабе, с нанесёнными на него существующими постройками, дорогами, соседними домами, элементами ландшафта), выбор стилевой концепции сада, разработка генерального и дендрохронологического плана, а также проектирование отдельных элементов.

Осенне - зимний период – наиболее подходящее время для ландшафтного проектирования, чтобы в весенний период можно было приступить к работам.

Окончательным результатом работы должен стать легкий в

обслуживании сад, в котором сочетаются функциональные качества и эстетические впечатления.

В процессе ландшафтного проектирования агробиостанции были составлены следующие документы:

1. Генеральный план

Определён стиль сада и нанесены все будущие объекты.

2. Дендроплан

На дендроплане нанесены все древесные растения. Посадочный чертёж обычно совмещается на одном листе. Посадочный чертёж – это привязка посадочных мест к элементам планировки. К дендроплану прилагается ассортиментная ведомость, в которой перечислен весь посадочный материал по видам и сортам, и указано общее количество растений. Расположение того или иного растения показано на дендроплане.

3. Эскизы и схема цветников

Трёхмерный рисунок, на котором общая концепция цветника плюс детальная схема (разбивочный чертёж) с полным списком растений.

4. Эскизы и схема композиции.

Трёхмерный рисунок, на котором общая концепция композиции плюс детальная схема (разбивочный чертёж) с полным списком растений и используемых декоративных материалов.

5. Эскизы и схема водоёма

Трёхмерный рисунок, на котором общая концепция водоёма плюс детальная схема (разбивочный чертёж) с полным списком материалов и растений.

Согласно этому плану, в одну из главных задач входило определение стилевой концепции сада. Дело это достаточно субъективное. Нужно было учесть факторы климата и окружающего ландшафта, архитектуру здания. Наиболее распространёнными стилями сегодня являются:

- регулярный
- пейзажный (английский)
- восточный (японский)
- средиземноморский
- крестьянский
- модерн (современный)

Проанализировав описания всех стилей сада, мы пришли к выводу, что на территории агробиостанции лучше всего из этих стилей будет применим крестьянский. Дело в том, что на данной территории располагается лес, пролесок, поле, старый пруд. Все эти элементы присущи именно крестьянскому стилю. А также климат не позволяет высаживать экзотические растения, которые не приспособлены к морозоустойчивости.

Итак, были описаны все основные методы и способы проектирования сада, разработан проект, в результате которого был получен план агробиостанции, используемой как объект создания ландшафтного дизайна.

Библиографический список:

1. Кириянова Ю.С. Краткая энциклопедия садового дизайна / Ю.С.

Кириянова – М.: АСТ, 2008 – 238 с.

2. Крижановская Н.Я. Ландшафтный дизайн для начинающих / Н.Я. Крижановская – Ростов н/Д : Феникс, 2008 – 248 с.

3. Лысиков А.Б. Альпийские горки / А.Б. Лысиков – М : Кладезь-Букс, 2009 – 47 с.

4. Жизнь растений в 6 томах / под ред. А.Л. Тахтаджяна. М.: «Просвещение», 1982 - 6 т., 542 с.

5. Энциклопедический словарь географических терминов/ под ред. С.В.Колесника. М.: «Советская энциклопедия», 1968-495 с.

УДК 662.74:628.56

СНИЖЕНИЕ ВЫБРОСОВ ЕМКОСТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Лупенко В.Г., Алексеева Н.М.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Павлович Л.Б.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Защита воздушного бассейна является актуальной задачей. Особенно остро стоит эта проблема на коксохимических производствах (КХП). В химических цехах при улавливании продуктов коксования используют хранилища, емкости, сборники – цилиндрические резервуары различных размеров, газовое пространство которых через воздушники соединено с атмосферой. Воздушники емкостного технологического оборудования относятся к источникам организованных технологических выбросов. Высокие концентрации вредных веществ в паровоздушных потоках и наличие в выбросах компонентов, имеющих малые величины ПДК, многочисленность, малые высоты воздушников и соответственно плохие условия рассеивания – все это обуславливает существенное влияние выбросов из воздушников на загрязнение атмосферы на рабочих местах, вокруг производства и определяет актуальность задачи их уменьшения.

Цель работы – разработка и внедрение технических решений по снижению выбросов в атмосферу из воздушников емкостного оборудования коксохимического производства ОАО «ЗСМК».

Перспективным направлением решения поставленной задачи является сбор выбросов в коллекторные системы с последующим обезвреживанием или утилизацией. Наиболее эффективным, экономичным, отвечающим современным требованиям экологии является метод сбора воздушных выбросов в коллекторную систему и утилизация в прямой коксовый газ, но это решение возможно использовать при проектировании новых цехов, емкостное оборудование должно быть с коническими крышками и днищами и выдерживать вакуум до 50 мм.вод.ст. Диапазон регулирования гидравлического режима емкостей с плоским днищем и крышками в цехе химического улавливания очень узкий (от 0 до 25 мм вод. ст.), кроме того, оборудование цеха химулавливания, не находится на одной линии. Коллекторная система

потребуется много ответвлений, в конце каждого должны быть гидравлические дыхательные клапана, гидравлические предохранительные клапаны, гидрозатворы и т.д., что очень громоздко. Подключение к газопроводу дополнительно коллектора цеха химулавливания может вызвать следующие затруднения:

- опасность внесения в газ избыточного количества нафталина;
- высокие требования к запорному и регулируемому оборудованию;
- необходимость жестко ограничивать количество поступающего воздуха, так как допустимое по ПТЭ содержание кислорода в газе не должно превышать 1% об. Для того чтобы не превысить содержание кислорода в коксовом газе, необходимо организовать работу коллекторной системы под давлением инертного газа, например, азота.

Одним из вариантов атмосфероохранных мероприятий является оборудование каждого воздушника локальным устройством для уменьшения выброса. К таким локальным устройствам относятся гидравлические затворы [1], которые изолируют газовое пространство емкости от окружающей среды и обеспечивают равенство давлений внутри резервуара и атмосферы. Тепловой колпак [2] - обогреваемое устройство, монтируемое в верхней части воздушника с целью подавления конвективных потоков, являющихся причиной выбросов паров. Гидравлический дыхательный клапан и тепловой колпак эффективно работают на емкостях с постоянным уровнем жидкости, что ограничивает их применение. На резервуарах, работающих в режиме периодического заполнения и опорожнения, эффект от применения таких устройств резко падает.

Применение других решений - таких как, плавающие крыши-понтон, плавающие слои из шариков или несмешивающихся жидкостей малой плотности, связано с трудностями их практической реализации на действующих аппаратах.

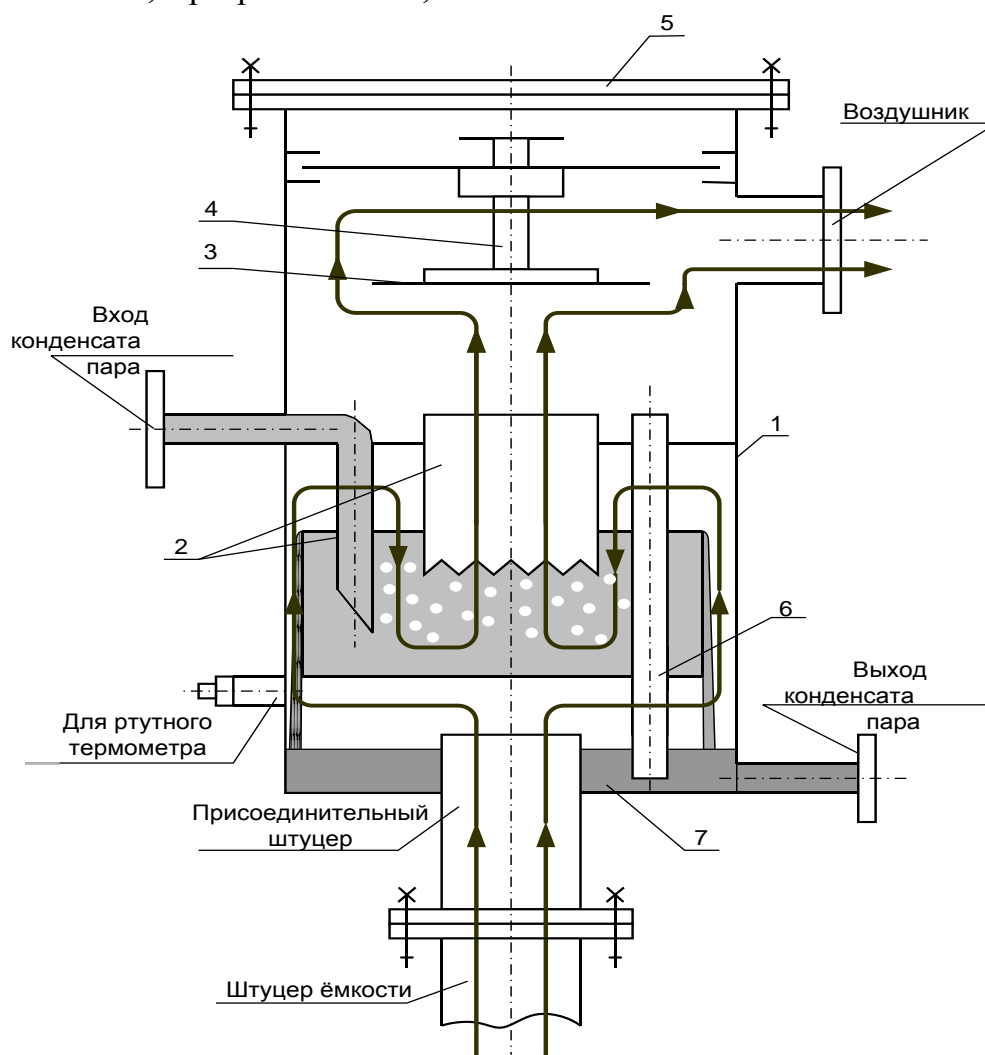
К подобным устройствам также относятся кассетные адсорбенты, устанавливаемые на воздушниках емкостного оборудования. Однако их применение ограничено необходимостью периодической замены сорбента и дополнительными трудозатратами.

Устройство для емкостей с коксохимическими продуктами должно удовлетворять следующим требованиям: надежно герметизировать газовое пространство резервуара; обеспечивать безопасный гидравлический режим эксплуатации; быть пожаро-взрыво-безопасным; препятствовать созданию опасных и вредных производственных факторов; быть простым в обслуживании и дешевым.

С учетом перечисленных требований разработана конструкция гидравлического клапана, заполненного конденсатом пара, обогревающим элементы устройства, конструкция защищена авторскими свидетельствами [3-5]. Такой клапан представляет собой два гидрозатвора, один из которых срабатывает на избыточном давлении, другой - при чрезмерном разрежении. В качестве герметизирующей жидкости в клапане используется конденсат водяного пара, который подается в клапан на проток. Среда нетоксичная, невзрывоопасная, непожароопасная, предусмотрена установка ртутного термометра.

В клапане предусмотрен отвод конденсата пара по присоединительному штуцеру в емкость, в случае, когда недопустимо попадание конденсата пара в емкость - отвод осуществляется по штуцеру отвода конденсата пара через гидрозатвор. На емкостях с постоянным уровнем жидкости эффективность применения такого клапана составляет 90-95%.

В отделении конденсации цеха химулавливания коксохимического производства ОАО «Запсибметкомбината» смонтирован на воздушнике аммиачного хранилища и введен в эксплуатацию опытный образец клапана КГ-150. Схема клапана представлена на рисунке 1. Клапан работает на «вдох» и «выдох» и обеспечивает не только подавление выбросов, но и безопасный гидравлический режим: в резервуаре давление в газовом пространстве не превышает – 2 кПа, а разрежение – 0,4 кПа.



Клапан гидравлический

1 - корпус; 2 - тарелка с патрубком; 3 - отбойник;
4 - устройство прижимное; 5 - крышка; 6 - труба; 7 - гидрозатвор.

Ввиду неукomплектованности гидравлического клапана конденсатоотводчиком в сепарационное пространство клапана подается пар, конденсат которого заполняет тарелку с патрубком. Излишки конденсата стекают в емкость, и далее вместе с конденсатом коксового газа перерабатываются на аммиачной колоне, не сконденсировавшийся пар

выбрасывается через воздушник. Расход пара устанавливается вручную по температуре в клапане, поддерживаемая на уровне 70⁰С. При плановых вскрытиях и осмотрах внутренних устройств гидравлического клапана отложений нафталина, загрязнений, коррозионных разрушений корпуса, тарелки, патрубков не обнаружено.

Эффективность очистки выбросов составляла в среднем, (%): по аммиаку -88, по цианистому водороду – 83, по фенолам – 88, по нафталину – 97.

Установка дыхательных клапанов является более простым и малозатратным техническим решением по сравнению с коллекторными системами сбора и очистки выбросов, не требует дополнительных трудозатрат в процессе эксплуатации, позволяет обеспечить безопасный гидравлический режим в емкостях, предотвратить выбросы в атмосферу, снизить плату за выбросы, улучшить состояние воздушной среды на рабочих местах, продлить сроки службы емкостей. Клапан рекомендован к использованию на другом емкостном оборудовании КХП ОАО «ЗСМК».

Библиографический список

1. Грабко В.В., Субботина Т.А., Присняк И.И. и др. Снижение вредных выбросов из воздушников оборудования химических цехов //Кокс и химия. 1999. N7. С.43-45.

2. Фидлер И. Загрязнение атмосферы сильнопахнущими выбросами коксохимических заводов и возможность его уменьшения // Глюкауф. 1980. N13. С.33-41.

3. А.С. 894290 (СССР) Гидравлический дыхательный клапан /С.Н. Кабрельян, Ю.Г. Озерский, В.И. Милютин // Открытия. Изобретения. 1981. N48.

4. А.С. 1292814 (СССР) Устройство для снижения выбросов из хранилищ обводненных продуктов коксования / Ю.Г. Озерский, С.Н. Кабрельян // Открытия. Изобретения. 1987. N8.

5. Озерский Ю.Г., Кабрельян С.Н., Попов Ю.Л. и др. Гидравлический клапан для снежения выбросов в атмосферу из резервуаров //Кокс и химия. 1989. N3. С.57-59.

УДК 669.2/8

ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТИТАНОВОГО СЫРЬЯ ПУТЕМ УТИЛИЗАЦИИ ОБРАЗУЮЩИХСЯ ОТХОДОВ

Потапов С.О., Корюков В.Н.

Научный руководитель: д.х.н., профессор Лебедев В.А.

*Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
г. Екатеринбург*

До настоящего времени ряд вопросов рационального использования твердых отходов титанового производства не получил пока практического

решения ввиду сложности переработки таких многокомпонентных смесей и низкой рентабельности предлагаемых схем. Поэтому значительная часть образующихся отходов пока еще не утилизируется, а выбрасывается в отвалы, что ведет к загрязнению почвы, грунтовых вод и водоемов, выводу из оборота больших площадей плодородных земель. Часть твердых хлоридов размывается и сбрасывается в водоем. Вследствие этого с твердыми хлоридами теряется до 20 % хлора от общего его количества, расходуемого на хлорирование.

Таким образом, проблема комплексного использования титанового сырья путем утилизации образующихся отходов приобретает все возрастающее значение. Ее решение позволит резко уменьшить количество выбрасываемых отходов и тем самым снизить их вредное воздействие на окружающую среду, а также повысить степень извлечения основных и сопутствующих металлов.

Утилизация отходов титанового производства в значительной мере сдерживается трудностями придания им товарного вида. Это связано с неблагоприятными технологическими свойствами отходов, наиболее характерными из которых являются: токсичность, способность к гидролизу при контакте твердых хлоридных отходов с влагой воздуха, высокая влажность и вязкость осадка, низкая концентрация ценных компонентов в растворах при больших объемах осветленных стоков очистных сооружений (2,5-3,0 тыс. м³/сут.). Поэтому без предварительной подготовки (обезвреживания, придания товарного вида) эти отходы использоваться в других отраслях промышленности, естественно, не могут.

Исходное сырье для производства тетрахлорида титана - титанистый шлак, содержит значительное количество примесных оксидов, в том числе оксидов железа, алюминия, ванадия, циркония, ниобия, скандия и др. Все эти примеси отделяют при хлорировании шлака и очистке тетрахлорида и выводят в виде твердых, жидких и газообразных отходов.

Отходами производства тетрахлорида титана являются твердые возгоны пылевых камер и фильтров, огарок хлораторов, отработанный расплав хлораторов, медно-хлоридный плав, сконцентрированный легкокипящий дистиллят, кубовый остаток дистилляции, отходящие газы, кислые стоки от промывки оборудования.

Отвальный огарок хлораторов содержит следующие компоненты: %, TiO₂ 6,5; FeO 3,0; Al₂O₃ 1,9; MgO 0,1; MgCl₂ 3,4; CaO 0,3; CaCl₂ 27,9; SiO₂ 20,6; C 36,2.

Основу отработанного расплава хлораторов составляет хлорид калия, в котором в виде соединений с ним или в растворенном состоянии находятся хлориды других металлов, твердые непрохлорированные оксиды, углерод. Примерная концентрация примесей в расплаве следующая: %, Ti 1,7; C 5,3; Fe 7,2; Al 0,6; Si 4,5; Cr 1,9; Mn 1,9; V 0,017; Nb 0,007; Sc 0,014; Zr 0,08; Na 3,2; Mg 3,0.

При хлорном методе вскрытия титанового концентрата значительная часть ванадия переходит в технический четыреххлористый титан, а затем выделяется при очистке последнего медной пудрой или порошком.

Медь восстанавливает растворимый VOCl₃ до нерастворимого в четыреххлористом титане VOCl₂ согласно реакции:



В результате образуется кек, содержащий Cu, CuCl, VOCl₂ и TiO₂, который хлорируют в расплаве хлоридов натрия и калия, с получением VOCl₃ и отходного медно-хлоридного плава, содержащего до 40% меди. Утилизация плава с получением товарных продуктов является одной из актуальных задач в титановом производстве. Химический состав плава следующий: %, CuCl 49,4; KCl 26,7; NaCl 7,6; MgCl₂ 9,9; FeCl₂ 1,6; AlCl₃ 3,0; TiO₂ 1,3; V₂O₅ 0,5.

Сконцентрированный легкокипящий дистиллят содержит примерно 40-45% TiCl₄, 40-45% SiCl₄, остальные - соединения с углеродом и серой.

Кубовые остатки более богаты тетрахлоридом титана. Примерный состав кубовых остатков дистилляции следующий: %, TiCl₄ 90,0; VOCl₂ 3,5; AlOCl 1,5; FeCl₃ 0,3; AlCl₃ 2,5.

Основную массу отходов вывозят в отвал или путем размыва переводят в кислые стоки. В настоящее время ведут разработку малоотходной технологии производства с попутным извлечением ценных компонентов. Хлориды пылевых камер частично используют в производстве бетона. Они могут быть переработаны также (с попутным извлечением хлормagneйевых солей) на полиметаллические порошки, пригодные для модифицирования стали. Однако эта технология требует высоких энерго- и трудозатрат. Другой способ из возможного использования - хлорирование при 600-800 °С с получением расплава хлорида железа и алюминия, который может быть применен в качестве коагулянта. Недостаток этого способа - низкая степень извлечения титана в виде TiCl₄ (~50%). Переплавленные возгоны пригодны для обезжиривания стоков обогатительных фабрик.

Отработанный расплав хлораторов может быть регенерирован добавлением в него оксида магния, доломита или шлама магниевого электролизера и последующей фильтрации (или отстаивания) от оксидов железа, кремния и титана. Процесс сложен в аппаратном оформлении, требует больших энергозатрат, однако, по составу, продукт будет пригоден для использования в хлораторах в качестве рабочего расплава.

Медь из плава можно выделить цементацией – осаждением металла из водного раствора его солей другим металлом. В качестве цементаторов можно использовать цинк, алюминий, железо, так как они имеют более отрицательный потенциал, чем медь.

Сконцентрированный легкокипящий дистиллят можно гидролизовать водой, нейтрализовать известковым молоком и направить в стоки. Наиболее рациональный способ утилизации легкокипящего дистиллята - сжигание с получением титанового пигмента.

Кубовые остатки дистилляции, в которых концентрируется ванадий, нужно перерабатывать с получением пентаоксида или трихлороксида ванадия. Сконцентрированный продукт, содержащий ванадий, направить на получение V₂O₅ методом гидролиза или на получение из него товарного VOCl₃ методом ректификации. При извлечении ванадия количество жидких отходов не уменьшится, дополнительно к ним появятся еще отходы в виде отработанного расплава.

Отходящие газы хлораторов и ректификационных колонн состоят в

основном из азота, кислорода, оксидов углерода, COCl_2 , COS , CCl_4 , SiCl_4 , TiCl_4 , HCl . Газы можно очистить в скрубберах водой или щелочными растворами, в результате образуются кислые стоки и гипохлоритная пульпа. При высоких концентрациях фосгена газы перед мокрой очисткой необходимо нагреть в печи до его разложения.

Примерный состав кислых стоков: %, HCl 23,0; $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ 2,0; TiCl_2 0,9; MgCl_2 0,3; остальное - вода. Состав гипохлоритной пульпы, %: CaCl_2 61,0; $\text{Ca}(\text{OCl})_2$ 22,0; CaO 14,8; TiO_2 1,4. Гипохлоритную пульпу, содержащую до 100-120 г/дм³ активного хлора, можно применять при очистке сточных вод обогатительных фабрик, химических производств. Перспективный вариант переработки гипохлоритных пульп и кислых стоков - разложение пульпы соляной кислотой с получением газообразного концентрированного хлора.

В процессе хлорирования ценные компоненты, содержащиеся в титановых шлаках, концентрируются в первой пылевой камере конденсационной системы: 44,7% V; 26,3% Al; 31,3% Fe и т.д. В плавах печей переработки пульпы содержится до 39,7% Nb; 36,1% Ta; 25,8% Al и другие. Следует отметить, что по существующей технологии свыше 70% ванадия, ниобия, тантала безвозвратно теряется в производстве четыреххлористого титана, а введение хлоридных отходов в сырье для производства строительных и огнеупорных материалов так же приводит к потере дорогостоящих редких металлов.

Комплексное использование сырья с целью извлечения всех ценных компонентов из образующихся промежуточных и побочных продуктов процесса переработки такого сложного сырья, как титанистые шлаки, требует увеличения исследований по изучению взаимодействий в сложной гетерогенной системе, образованной хлор- и оксохлорпроизводными ниобия, тантала, алюминия и титана. Результаты этих исследований помогут в выделении этих металлов в виде бескислородных хлоридов из продуктов коллективной конденсации ПГС, получаемой при хлорировании титаносодержащей шихты.

Таким образом, можно улучшить качество четыреххлористого титана за счет более глубокой очистки, извлечь ценные металлы для использования их по прямому назначению в металлургии, и снизить себестоимость основного продукта.

В металлургии титана и по сей день присутствует большое количество проблем, затрагивающих все технологические операции, начиная с обогащения сырья для производства титана, и заканчивая производством металла как такового. Для улучшения показателей производства титана следует искать новые пути оптимизации всех технологических процессов.

Отсутствие рациональных путей утилизации отходов производства существенно ухудшает экологические показатели всего процесса и препятствует увеличению производственных мощностей.

Библиографический список

1. Байбеков М.К. Производство четыреххлористого титана / М.К. Байбеков, В.Д. Попов, И.М. Чепрасов. – М.: Металлургия, 1987. 96 с.

2. Байтенов Н.А. Производство тетрахлорида и двуокиси титана / Н.А. Байтенов, Н.Н. Рубан, Э.Н. Сулейменов, Е. И. Мачкасов. – Издательство «Наука» Казахской ССР, 1974, 254 с.
3. Гармата В.А. Титан / В.А. Гармата, А.Н. Петрунько, Н.В. Галицкий. - М.: Металлургия, 1983. 559 с.
4. Лучинский Г. П. Четыреххлористый титан. – М.: Химия, 1971. 472 с.
5. Резниченко В.А. Химия титана / В.А. Резниченко, В.С. Устинов, И.А. Карязин. - М.: Наука, 1982. 277 с.
6. Тарасов А.В. Металлургия титана. – М.: ИКЦ «Академкнига», 2003. 328 с.

УДК 662.74:628.56

ОЧИСТКА ГАЗООБРАЗНЫХ ВЫБРОСОВ В АТМОСФЕРУ БИОХИМИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Бальцер Д.В., Лупенко В.Г.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Павлович Л.Б.

*Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк*

Биохимическая установка коксохимического производства (БХУ) предназначена для глубокой очистки сточных вод от фенолов и роданидов биохимическим методом с помощью бактерий.

Источником токсичных выбросов с БХУ являются сооружения, продуваемые и непродуваемые воздухом. Обработка сточных вод сжатым воздухом обеспечивает дыхание и поддержание во взвешенном состоянии бактериального биоценоза (факультативных гетеротрофов и облигатных автотрофов), проводящего деструкцию загрязнителей сточных вод. Наибольшая доля выбросов приходится на сооружения маслоочистки и усреднения.

Вещества, выделяющиеся в атмосферу с БХУ в процессе интенсивного аэрирования сточной воды сжатым воздухом, имеют различную природу: вода, углекислый газ, аммиак, цианистый водород, сероводород, фенол, бензол, нафталин, пиридин, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и т.д. Летучие вещества находятся в паровой фазе, образуя аэрозоли.

Выбросы из аэротенков летучих веществ, подвергающихся биологической деструкции, как правило, минимальны, так как биоценоз (активный ил) сорбирует их практически сразу в момент поступления. Достаточно высокие выбросы наблюдаются при срыве очистки и в сооружениях с неполной очисткой, например, таких, как усреднитель.

Таким образом, не смотря на то, что БХУ является природоохранным объектом, на рабочих местах установки имеет место превышения ПДК. Для решения проблемы ликвидации парогазовоздушных токсичных выбросов, отходящих от БХУ, необходимо их эффективное улавливание и очистка в первую очередь, со сборников неочищенных сточных вод, сооружений

маслоочистки и усреднения.

Цель данной работы – разработка путей эффективного снижения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу с поверхности сооружений и оборудования БХУ

Известными способами очистки газов являются абсорбционные, адсорбционные и конденсационные процессы [1], фильтрация газовой смеси через молекулярные и другие фильтры.

Для очистки выбросов БХУ разработан способ адсорбции с установкой коксового фильтра, способствующего конденсации водяных паров и позволяющий снижать выбросы токсичных веществ в атмосферу [1].

Для очистки газообразных выбросов другими выше перечисленными методами требуется достаточно сложное аппаратное оформление очистных установок, включающее абсорберы, адсорберы, холодильники и др. оборудование. Кроме того требуется регенерация поглотительного раствора или сорбента, либо их полная замена. Из предварительных расчетов следует, что для улавливания выбросов аммиака и фенолов с усреднителя на 90% требуется около 1000 м³/ч чистой воды, что для практической реализации процесса неприемлемо [2]. Все это ограничивает внедрение очистных технологий.

В последние годы для очистки вентиляционных выбросов все большее применение находит сочетание абсорбционных и адсорбционных процессов с биохимической регенерацией поглотителя [3]. Преимуществом этого метода перед всеми другими является то, что наряду с высоким эффектом улавливания и очистки, сокращается до минимума потребность в обновлении поглотителя, а также решается вопрос уничтожения комплекса уловленных загрязнений.

Таким образом, учитывая, что все выбросы БХУ КХП являются биохимически окисляемыми на 95 – 100%, для регенерации абсорбционного раствора предлагается использовать биохимический способ. Считаем применение этого способа очистки выбросов БХУ оптимальным вариантом по ряду следующих причин:

- рециркулирующий конденсат по мере насыщения метаболитами жизнедеятельности активного ила может сбрасываться в аэротенки БХУ;
- высокая степень насыщения поглотительного раствора отработанным воздухом БХУ может обеспечить эффективное биохимическое окисление уловленных вредностей даже в отсутствии аэрации;
- парогазовоздушные выбросы аэротенков содержат не только загрязнители, но и микрофлору аэротенков, что обеспечит их постоянное присутствие в абсорбционном растворе и упростит адаптацию.

Для решения проблемы обезвреживания выбросов с емкостного оборудования БХУ КХП предлагается сбор выбросов в коллектор и абсорбционная технология улавливания выбросов в скруббере Вентури вентиляторного типа с биохимической регенерацией поглотительного раствора до концентрации примесей близких и ниже равновесной. Это представляется вполне возможным, так как условия очистки парогазовоздушных смесей близки к оптимальным условиям жизнедеятельности бактериальных культур, а достигаемая степень деструкции загрязняющих веществ находится в пределах

95 - 100%.

В качестве абсорбера предлагается использовать широко известный в практике скоростной скруббер Вентури (СВ), так как из существующего газоочистного оборудования аппараты этого типа наряду с простотой конструкции эффективны для разрушения аэрозолей [2].

Принципиальная технологическая схема улавливания и очистки парогазовоздушных выбросов БХУ представлена на рисунке.

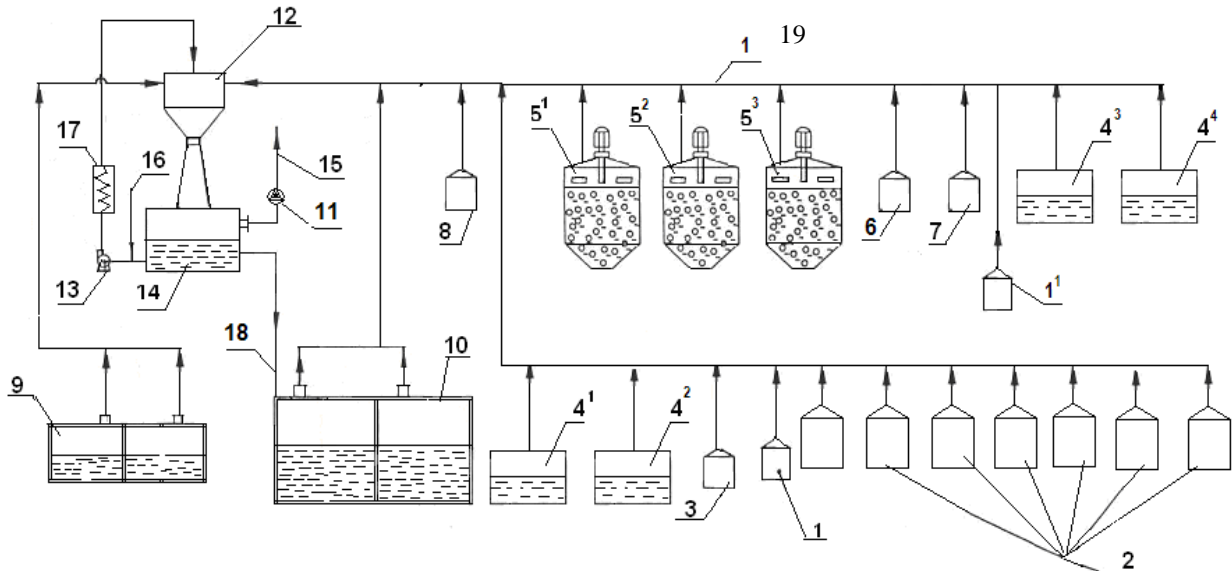


Рисунок – Принципиальная технологическая схема улавливания и очистки парогазовоздушных выбросов БХУ

- 1 – приемный сборник фенольных вод; 2 – первичные отстойники;
- 3 – преаэратор; 4 – уравнивательные резервуары; 5 - флотаторы;
- 6,7,8 – промежуточные сборники вод; 9 – питомники; 10 – усреднитель-преаэротенк; 11 – - вентилятор; 12 - скруббер Вентури;
- 13 – рециркуляционный насос; 14 - сборник-брызгоуловитель-аэротенк;
- 15 – воздушник; 16 - трубопровод подачи технической (биохимочищенной) воды; 17 - пластинчатый теплообменник 18 – продувочная вода;
- 19 – коллекторный трубопровод

Парогазовая смесь, отходящая от объединенных в коллекторную систему 19 воздушников емкостного оборудования: приемного сборника фенольного стока 1, первичных отстойников 2, преаэратора 3, уравнивательных резервуаров 4, флотаторов 5, промежуточных сборников 6 - 8, питомников 9 и усреднителя 10, побуждаемая вентилятором 11, поступает в скруббер Вентури 12, где промывается циркулирующей за счет насоса 13 (оборотной) водой от вредных веществ. Уловленные вещества, растворяясь в оборотной воде, подвергаются биохимическому окислению в сборнике-брызгоуловителе - аэротенке 14 за счет высокого насыщения воды кислородом воздуха в процессе промывки газа. Очищенная парогазовоздушная смесь выбрасывается в атмосферу через воздушник 15. На обновление цикла в систему очистки постоянно подается свежая техническая вода по трубопроводу 16 или биохимически очищенная. Избыток циркулирующего раствора (если он образуется) и продувочная вода через переливной лоток стекает в резервуар сточных вод, вблизи которого

расположена установка. Для снижения парения с воздушника установки предлагается установить пластинчатый теплообменник 17.

Учитывая увеличение степени очистки газов почти до 96,3% при использовании конденсационного эффекта, наряду со снижением эффекта парения, предлагается установка на каждой единице емкостного оборудования конденсационной трубы (воздушного холодильника).

Качественная и количественная характеристика выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) с БХУ до и после очистки представлена в таблице.

Выбросы загрязняющих веществ после очистки, в основном, намного ниже ПДК_{с/с}, кроме цианистого водорода.

Таблица – Характеристика выбросов в атмосферу основных ЗВ с БХУ

Ингредиент	ПДК _{с/с} , мг/м ³	Концентрация ЗВ, мг/м ³ (без очистки)	Концентрация ЗВ, мг/м ³ (после очистки)	Количество ЗВ, поступающее в атмосферу, мг/с
Аммиак	0,04	23,59	1,18	131,09
Фенол	0,003	21,52	0,22	119,62
Цианистый водород	0,3	7,85	0,39	43,66
Нафталин	20	6,41	0,32	35,58
Бензол	5	6,15	0,31	34,23
ВСЕГО:		65,52	2,42	364,18

Внедрение предлагаемой абсорбционной технологии улавливания и очистки парогазовоздушных выбросов в атмосферу с БХУ в скруббере Вентури с биохимической регенерацией поглотительного раствора позволит на 96 % снизить выбросы ЗВ, поступающих в атмосферу от сооружений БХУ и значительно улучшит состояние на рабочих местах БХУ КХП.

Библиографический список

1. Жуков В.Г., Хоменков В.Г. и др. Промышленные установки для микробиологической дезодорации газо-воздушных выбросов. Материалы конгресса «Биотехнология - состояние и перспективы развития». Москва, Россия. 10-14 ноября 2003 г.
2. Вшивцев В.Г., Волгина Н.Б. и др. Скрубберы Вентури - установки для охлаждения и очистки коксового газа. Кокс и химия. 1991 г. № 6. С 30.
3. Стародубцев А.Н., Волгина Н.Б. и др. Очистка коксового газа от аэрозолей смолы и нафталина в скрубберах Вентури. Кокс и химия. 1995 г. № 12. С. 25 - 28.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ СОДЕРЖАНИЯ ЙОДА В ОЗЕРАХ ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ АЛТАЙ

Гельдт Е.А.

Научный руководитель: к.х.н., доцент Алейникова В.Н.

*Горно-Алтайский государственный университет
г. Горно-Алтайск*

Йод – один из химических элементов, относящихся к группе незаменимых для животных и человека. Геохимия йода в ландшафте определяется его активной водной и воздушной миграцией, интенсивным участием в биологическом круговороте. Неравномерное распределение йода имеет важное значение для живых организмов, обуславливая их нормальное функционирование, можно с уверенностью утверждать, что роль йода в биосфере очень велика [3].

Недостаток содержания йода в организме и заболевания зобом отмечается в местностях с низким содержанием этого элемента в основных звеньях экологической цепи. Территория с низким содержанием йода относится к биогеохимическим провинциям. К таким местностям относятся большинство таежных и горных регионов, в том числе и Республика Алтай. Йодный дефицит характерен для горных местностей и тех возвышенностей, где выпадает много осадков. В областях, расположенных ниже уровня моря, недостаток йода наблюдается значительно реже. Содержание йода в местностях определяется природными факторами [5].

Алтай сложен разнообразными горными породами, но наиболее широко распространены здесь осадочные и метаморфические.

Чем грубее материал почвообразующей породы, тем лучше через него фильтруется влага, а вместе с нею выносятся за пределы почвенного профиля и ландшафта йода. Почва в основном наследует уровень содержания йода в почвообразующей породе. Вместе с тем, этот уровень во многом зависит от свойств самой почвы: ее гумусированности, карбонатности, гранулометрического состава, реакции среды и т.д.

Йод является типичным редким рассеянным элементом. Его среднее содержание в литосфере составляет $4 \cdot 10^{-5}\%$. Геохимия йода в ландшафте определяется его активной водной и воздушной миграцией и интенсивным участием в биологическом круговороте.

Йод активно участвует в биогеохимическом кругообороте веществ в природе. Основной кругооборот йода осуществляется между океаном и континентом: океан - атмосфера - почвы - реки - океан. Существование йодного цикла в природе определяется способностью образовывать соединения йода с различной валентностью, обладающие относительно неустойчивостью, высокой растворимостью в воде и летучестью в элементном состоянии (J_2).

Из атмосферы йод возвращается в почву с дождевой водой, концентрация йода в которой колеблется в пределах 1,8-8,5 мкг/л. Однако, возвращение йода в почву происходит очень медленно и в относительно малом, по сравнению с

предшествовавшей потере, количестве. Повторные смывы с почвы влекут за собой формирование дефицита йода в окружающей среде. В результате, все растения, произрастающие на такой почве, имеют низкое содержание йода (не более 10 мкг/кг сухого веса). Это обуславливает тяжелую йодную недостаточность у значительной части населения мира, живущего за счет натурального или полунатурального хозяйства.

В круговороте йод в ландшафте большую роль играет растительность. От нее зависит направленность почвообразования, передвижение йода в почвенной толще. Сами растения в зависимости от их систематической принадлежности и условий произрастания в неодинаковой мере поглощают и накапливают в своих тканях йод, тем самым принимают разное участие в круговороте элемента в ландшафте. Растения обладают способностью абсорбировать йод непосредственно из атмосферы, как через кутикулы, так и путем адгезии частиц на ворсистой поверхности листьев. При повышенной влажности почвы подвижность соединений йода увеличивает интенсивность поступления микроэлемента в растения. Накопление йода, как правило, отмечается в надземной части растения, а не в корневой. Этот факт можно объяснить тем, что ворсистая поверхность листьев растения как бы собирает на себе йод. Причем именно атмосферный йод можно рассматривать как один из важнейших источников поступления йода в растение [2].

В Республике Алтай из семейства злаковых и розоцветных имеют самые низкие концентрации йода, а из семейства сложноцветных – самые высокие. Лесное высокогорье, произрастающее на кислых почвах, накапливает йода больше, чем растения и степи [5].

Йод – необходимый для животных и человека микроэлемент. Он содержится в недостаточном количестве или несбалансирован с некоторыми другими микроэлементами (Co, Mn, Cu). В различных биогеохимических провинциях содержание йода в суточном рационе колеблется (для человека от 20 до 240 мкг.). В организм человека йод поступает через воду и пищу. Организм человека не только нуждается в больших количествах йода, но и с удивительным постоянством сохраняет в крови постоянную концентрацию (10^{-5} – 10^{-6} %) йода, так называемое йодное зеркало крови. Из общего количества йода в организме, составляющего около 25мг., больше половины находится в щитовидной железе. Почти весь йод, содержащийся в этой железе, входит в состав различных производных тирозина – гормона щитовидной железы, и только незначительная его часть, около 1% находится в виде неорганического йода (J).

От недостатка йода человечество страдало всегда. Щитовидная железа – орган, регулирующий обмен йода в организме. Она накапливает йод, поступающий извне с продуктами питания. Если в организм человека поступает недостаточное количество йода, то возникает риск йододефицитных заболеваний – патологических состояний при дефиците йода. К счастью, от них почти всегда можно излечиться, нормализуя потребление этого микроэлемента с помощью специальных препаратов, содержащих йод. К таким препаратам все большее распространение получают «Биологически активные добавки», такие как- Йодомарин, Цыгапан, Кламин и др. Один из самых

известных препаратов для восполнения содержания йода в организме считается «Йод-актив» [1].

Проблемы со здоровьем появляются тогда, когда уровень гормонов щитовидной железы меняется либо в сторону снижения (гипотиреоз), либо в сторону увеличения (тиреотоксикоз). Оба эти состояния дефицита йода приводят к формированию зоба. Из-за постоянной нехватки йода люди порой не блещут умом, даже взрослые. Такие люди, отличаются взрывным характером, а поэтому часто терпят неудачи на работе и в личной жизни. Ученные Всемирной организации здравоохранения уже однозначно пришли к выводу, что коэффициент интеллекта IQ напрямую зависит от содержания йода в организме [7].

В последней четверти XX в. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) провела широкомасштабные исследования влияния дефицита йода на организм человека, в результате чего было установлено, что дефицит йода широко распространен. По данным ВОЗ в условиях дефицита йода живут более 2 млрд. человек, среди них: у 740 млн. выявлен эндемический зоб, 43 млн. имеют умственную отсталость, более 6 млн. страдают кретинизмом – крайней степенью умственной отсталости, и все это вызвано дефицитом йода [6].

Поэтому, необходимо знать о содержании йода по всем районам Республики Алтай с тем, чтобы дать рекомендации по ликвидации недостатка йода. Объектами нашего исследования выбраны три озера: Теньгинское, Манжерокское и Телецкое, которые располагаются в различных районах Республики Алтай.

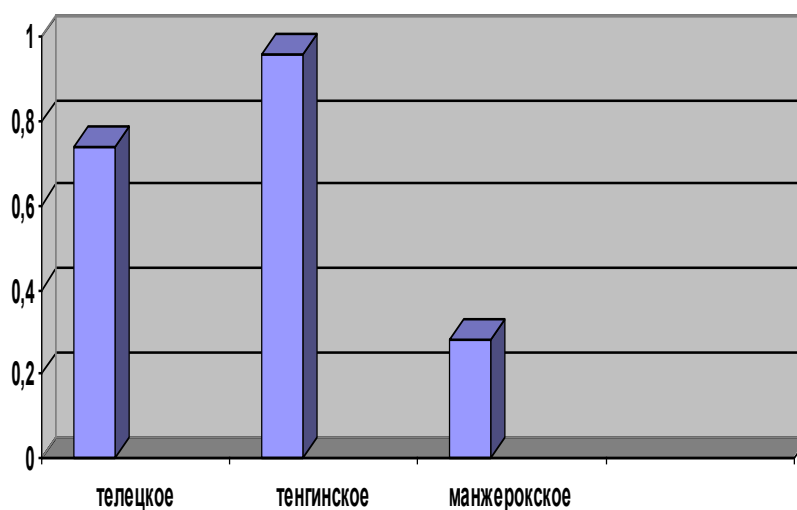
Телецкое озеро расположено в Северо–Восточном Алтае на территории Турочакского и Улаганского районов. Озеро – является одним из глубочайших в России, и максимальная глубина его 325 м. Вода озера относится к гидрокарбонатному классу кальциевой группы [4].

Манжерокское Озеро относится к типичным малым озерам Горного Алтая. Манжерокское озеро является составной частью Иолгинского района Северо–Восточной Алтайской физико–географической провинции располагаясь в ее западной части и занимая участок древней долины р.Катунь. Вода озера является гидрокарбонатно–кальциево–магниевого, слабоминерализованной, мягкой.

Теньгинское озеро относится к Семинскому району Центрально–Алтайской физико–географической провинции, который охватывает, преимущественно, Онгудайский административный район. Вода озера пресная, маломинерализованная и принадлежит к гидрокарбонатному классу кальциевой группы. Результаты нашего исследования представлены в таблице и на диаграмме:

Содержание йода в исследуемых озерах Республики Алтай

Место отбора	Результат, мг/л Среднее значение
Телецкое	0,74
Тенгинское	0,96
Манжерокское	0,28



Наши исследования показали, что содержание йода в озерах находится в пределах от 0,28 до 0,96 мг/л. Максимальное содержание йода находится в Теньгинском озере - 0,96 мг/л, минимальное в Манжерокском озере – 0,28 мг/л. Среднее в Телецком озере – 0,74 мг/л, данное озеро является слабоминерализованное, поэтому данное озеро можно рекомендовать для использования людям с йодной недостаточностью.

Библиографический список

1. Бубнов А.Н. Болезни щитовидной железы: Руководство для продвинутой домохозяйки [Текст]/ А.Н. Бубнов. – 2-е изд. – СПб.: Издательский дом «Нева», 2003. – 128с.
2. Битюцкий Н.П. Микроэлементы и растения: Учеб.пособие [Текст]/ Н.П. Битюцкий. – СПб.: Изд-во Санкт – Петербургского ун-та, 1999.-232 с.

3. Ковальский, В.В. Геохимическая экология [Текст]/ В.В. Ковальский. – М.: Наука, 1974. – 280с.
4. Лепнева С.Г. Термика, прозрачность и цвет воды Телецкого озера. – Иссл.озер СССР. 1937. – Вып. 9. – С. 3–105.
5. Мальгин М.А. Проявление йодной недостаточности на Алтае [Текст]/ М.А. Мальгин. – Горно-Алтайск: Горно-Алтайское отделение Алтайского книжного издательства, 1988. – 56с.
6. Нехорошев В.П. Геология Алтая [Текст]/ В.П. Нехорошев. – М.: Госгеологоиздат.,1958. – 262с
7. Соколова-Понаморева О.Д. Эндемический зоб у детей в Ойротии (Горный Алтай) [Текст]/ О.Д. Соколова – Понаморева, под ред. Проф.Р.М. Ахрем – Ахремовича, Омский Гос. Мед. Институт Им. Калинина Алтайское краеведческое отделение. – Омск: ОмГИЗ, 1964. – 104с.

УДК-57.084.2

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ЛИДАРНОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Козлюкова Е.Н.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., с.н.с. ИОА СО РАН Гришин А.И.

*Томский Государственный университет систем управления и радиоэлектроники
Институт оптики атмосферы Сибирского отделения Российской академии наук
г. Томск*

Влияние факторов внешней среды существенно изменяет величину и ритм ростовых процессов, интенсивность фотосинтеза и характеристики пигментной системы растений [1, С. 84]. Поэтому в условиях современного состояния окружающей среды необходимо проводить исследования по оценке состояния растений. Одним из способов оценки является характеристика пигментного фонда их фотосинтетического аппарата.

В настоящее время наряду с традиционными исследованиями процесса фотосинтеза актуально применение новых методических приемов, позволяющих получить значительный объем информации и достоверно судить о свойствах изучаемых организмов. Все возрастающее значение приобретают люминесцентные методы, которые дают возможность проводить неинвазивный контроль за изменениями в клетке растения [2]. Наиболее интересны дистанционные методы диагностики состояния растений, среди которых заметную роль играет лазерно-локационный способ зондирования [2, 3].

Цель данной работы состояла в применении метода индуцированной лазером флуоресценции для исследования характеристик пигментного фонда фотосинтетического аппарата растений в естественных условиях.

Измерения проводились в естественных условиях в течение года с периодичностью 2 раза в неделю в вечернее время. В качестве объектов исследования были выбраны береза, осина и сосна обыкновенная в возрасте 25-45 лет, листья, на кронах которых облучались лазерной установкой с

расстояния 100 м.

Измерения проводили с использованием лидара, структурная схема которого приведена на рис. 1.

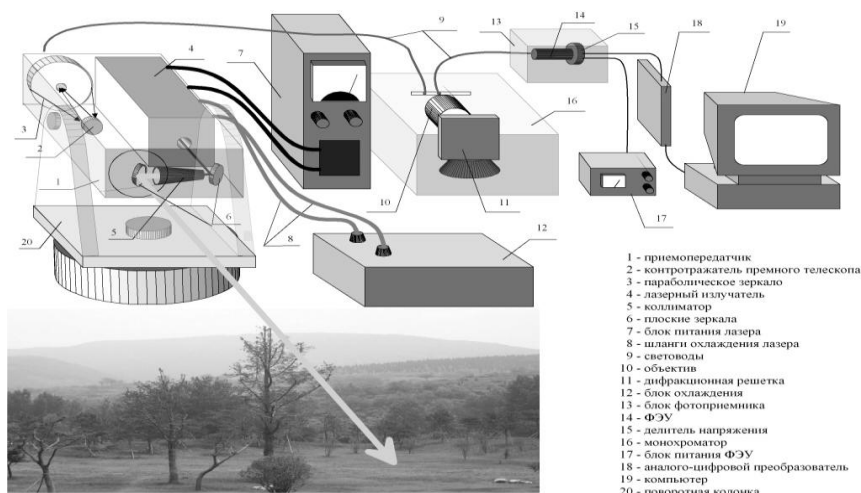


Рисунок 1 – Схема флуоресцентного лидара

Лазерный излучатель 4 генерирует световые импульсы, далее излучение направляется на исследуемый объект. Часть преобразованного и рассеянного излучения регистрируется приемными оптическими системами 2 и 3, соответственно, из которых сигнал направляется в монохроматор 16, где осуществляется спектральная селекция принимаемого излучения. Далее сигналы направляются на вход аналого-цифрового преобразователя (АЦП) 18, запускаемого с выхода оптического датчика 14. С выхода АЦП цифровой код сигналов передается на компьютер 19, который осуществляет регистрацию, первичную статическую обработку и запись ее на диск.

Регистрируемые значения лидарных сигналов описываются известным уравнением лазерной локации, которое можно для флуоресцентного канала представить в следующем виде:

$$F(685) = F_0(532) \frac{532}{685} \frac{1 - A(532)}{4\pi} \frac{S}{L^2} T(532)T(685), \quad (1)$$

где F_0 - пиковая мощность лазерного импульса, A - альбеда, S - площадь приемного объектива, L - расстояние, T - прозрачность слоя атмосферы между лидаром и исследуемым растением на соответствующей длине волны, ϕ - квантовый выход флуоресценции.

Излучение, детектируемое лидаром на зондирующей длине волны, описывается следующим выражением:

$$F(532) = F_0(532) \frac{S}{L^2} T^2(532)d(532), \quad (2)$$

где d - коэффициент отражения (коэффициент яркости).

Коэффициент отражения d и альбеда A связаны между собой как величины, характеризующие рассеяние в одном направлении (в данном случае назад) и рассеяние во всех направлениях. В общем случае эта связь может быть достаточно сложной (например, облачные покровы и водные поверхности). Но для отдельных моделей поверхности связь A и d получает конкретную форму.

В частности, растительные покровы в условиях широких оптических пучков удовлетворительно описываются ламбертовской моделью, т.е. излучение рассеивается во все стороны равномерно. С учетом этого приближения (2) принимает вид:

$$F(532) = F_0(532) \frac{S}{L^2} T^2(532) \frac{A(532)}{\pi} \quad (3)$$

Рассмотрим отношение мощностей лазерных сигналов (1) и (3):

$$f = \frac{F(685)}{F(532)} = 0.2 \frac{1 - A T(685)}{A T(532)} \quad (4)$$

Анализируя последнее выражение, можно отметить, что величина f прямо пропорциональна квантовому выходу флуоресценции. Обычно альbedo древесной растительности в области 532 нм составляет 0.1-0.2, поэтому соотношение $(1 - A)/A$ находится в пределах 4-9. Прозрачности на длинах волн 685 и 532 нм и небольших (несколько сотен метров) дальностях близки, поэтому $F(685)/F(532)$ приблизительно равно 1. С учетом сделанных допущений величина f в первом приближении характеризует квантовый выход флуоресценции. В зависимости от конкретного значения A связь f с ϕ приобретает точные фиксированные значения. Таким образом, измеряемым в экспериментах параметром была величина f , характеризующая интенсивность флуоресценции в области длины волны 685 нм согласно выражению (4).

Особенности флуоресценции хвойных и лиственных растений объясняются изменением содержания хлорофилла в растительных тканях и могут служить методической основой для дистанционного контроля концентрации хлорофилла в зеленых растениях.

В начале периода наблюдения были характерны наибольшие значения интенсивности флуоресценции хлорофилла для всех типов растений, затем происходило их плавное уменьшение (рис. 2). Абсолютные значения отношения f имели конкретную видовую зависимость. Интенсивность флуоресценции березы превышала флуоресценцию других видов деревьев практически в течение всего периода наблюдений, кроме области листопада, когда флуоресценция лиственных деревьев становится ниже флуоресценции хвойных (сосна).

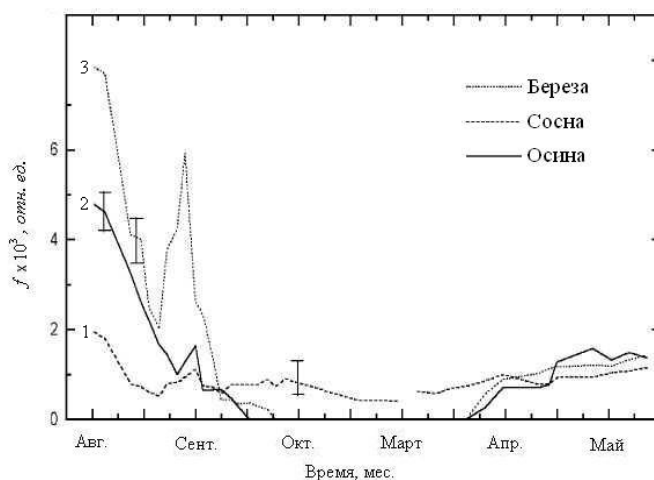


Рисунок 2 – Изменение отношения f в зависимости от месяца для сосны (1), осины (2), березы (3).

В результате проведенных исследований измерения в естественных условиях показали, что наибольшим диапазоном изменчивости величины f обладают лиственные деревья, у которых она увеличивается непосредственно перед листопадом в период пожелтения листьев.

Проведенные исследования свидетельствуют о том, что методами лидарного зондирования можно определять видовую принадлежность деревьев, а также состояние их лиственного или хвойного покрова. Данная методика может найти эффективное применение при зондировании природных ресурсов с борта летательного аппарата.

Библиографический список

1. Мокронос А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. М.: Наука, 1981.- 196 с.
2. Гаевский Н.А., Моргун В.Н. Использование переменной и замедленной флуоресценции хлорофилла для изучения фотосинтеза растений // Физиология растений. 1993. Т. 40. С. 136-145.
3. Нестеренко Т.В., Сидько Ф.Я.. О количественном описании медленной индукции флуоресценции хлорофилла в онтогенезе листьев высших растений // Физиология растений. 1993. Т. 40. С. 10-15.

УДК 628.381

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ОСАДКА СТОЧНЫХ ВОД ОБЩЕГОРОДСКИХ СЕТЕЙ КАНАЛИЗАЦИИ НА КАЧЕСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР И ПОЧВ

Лукина Г.Р.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Юнусова Л.З.

*Ижевский государственный технический университет
г. Ижевск*

Одним из побочных продуктов антропогенной деятельности являются сточные воды общегородских сетей канализации, утилизация которых осуществлялась раньше достаточно просто: механическим удалением в окружающую среду без какой-либо предварительной обработки. В настоящее время их непосредственный сброс в водоемы представляет серьезную опасность для природных объектов. Неудивительно, что строительство очистных сооружений в последние три десятилетия прошлого века приобрело у нас в стране и за рубежом массовый характер. Однако, решая комплекс задач по очистке стоков, человечество неизбежно сталкивается с проблемой утилизации образующихся осадков сточных вод (ОСВ). На одного жителя города ежегодно производится около 30 кг сухого вещества осадка. Среди нежелательных веществ, содержащихся в больших количествах в ОСВ, наиболее опасными признаны некоторые из тяжелых металлов. Одни из них, такие как медь, никель, цинк обладают фототоксичным действием. Другие как ртуть, кадмий, молибден, мышьяк, бор - опасны для теплокровных. Накапливаясь вблизи

станций аэрации, ОСВ создают экологическую напряжённость на прилегающих территориях, формируют локальные очаги загрязнения окружающей среды. Поэтому проблема оптимизации взаимодействия человека и природы является актуальной и ее решение имеет большое значение в улучшении окружающей среды.

Существует ряд направлений утилизации ОСВ: бессрочное захоронение обезвоженных осадков, сжигание их и захоронение золы, использование в зеленом строительстве городов, использование в качестве мелиоранта нарушенных земель и при рекультивации полигонов хранения твердых бытовых отходов и др.

Потенциальное наличие в осадках токсичных компонентов, в первую очередь металлов и мышьяка, дороговизна и отчуждение дефицитных земель под места складирования затрудняет утилизацию ОСВ посредством захоронения. Их сжиганию препятствует высокая стоимость и экологические последствия выбросов в атмосферу пыли и высокотоксичных газообразных соединений.

В последнее время во многих странах мира, как один из основных вариантов утилизации ОСВ, рассматривается применение их в качестве органоминеральных удобрений. Использование органических отходов различных производственных процессов в качестве удобрений, с одной стороны, позволяет промышленному производству избавиться от ненужного продукта, загрязняющего окружающую среду, а с другой - дает возможность получить дополнительную прибавку продукции сельскохозяйственных культур. Использование ОСВ в сельскохозяйственном производстве позволит восполнить дефицит элементов питания, в связи с низким объемом применения, в настоящий период, минеральных и органических удобрений. При этом почва обогащается как макро-, так и микроэлементами (азотом, фосфором, калием, кальцием, магнием, медью, цинком, кобальтом, молибденом, марганцем, бором и др.) и органическим веществом [3, С.47-50]. Предпосылкой использования ОСВ в России в качестве удобрения является разработанная государственными ведомствами и организациями нормативно-методологическая документация, регламентирующая параметры использования ОСВ (ГОСТ [1], СанПиН [2], методики и др.).

Целью исследования стало изучение возможности и целесообразности использования осадков сточных вод ОСК в качестве органического удобрения в растениеводстве и выявление основных проблем адаптации использования ОСВ в условиях Удмуртии.

Также целью исследования, помимо изучения эффективности использования ОСВ и экологических последствий его применения, является проверка расчетов и используемых технологий в разрабатываемой проектной документации и корректировка их при необходимости.

Для достижения целей ставились следующие задачи:

- изучить действие ОСВ на величину урожайности сельскохозяйственных культур, качество выращенной продукции и степень накопления в ней тяжелых металлов и мышьяка;
- определить действие расчетной дозы ОСВ на показатели плодородия

почвы и накопление в ней тяжелых металлов и мышьяка;

– изучить достоверность прогнозируемого уровня показателей плодородия и содержания тяжелых металлов в почве, заложенного в проектной документации.

Опыт проводился на одном из полей Завьяловского района Удмуртской Республики. Для достижения цели исследований и выполнения поставленных задач была разработана схема проведения опыта с вариантами, заложенными в трехкратной повторности:

Варианты опыта:

1 – контроль (без внесения ОСВ, без известкования);

2 – внесение ОСВ в дозе 40 т/га + известкование;

3 – повышенная доза ОСВ (на месте складирования бурта) без известкования.

Химико-токсикологические исследования осадков сточных вод, взятых из бурта перед внесением, подтвердили допустимый уровень содержания тяжелых металлов. Содержание тяжелых металлов значительно ниже регламентируемой нормы.

Расчет дозы внесения ОСВ проводился в соответствии с технологическим регламентом использования осадков сточных вод ОСК в качестве органических удобрений и агрохимических свойств почвы земельного участка площадью 85 га. Для данного поля доза внесения ОСВ составила 10 т/га сухой массы. В соответствии с разработанным проектом в июне на поле было вывезено и забуртовано 2800 тонн ОСВ, а в сентябре осадок был внесен в почву.

На рисунках представлено состояние растений по контрольному и изучаемому вариантам с удобрениями в этот же период их развития. Четко видна граница между контрольным вариантом опыта (без удобрений и извести) и вариантом с внесением ОСВ и извести.

Анализируя развитие различных растений за годы проведения опыта можно сделать вывод, что внесение осадка сточных вод положительно повлияло на их рост. Растения на этом варианте (*рис.1*) по сравнению с контрольным выглядели более крепкими и жизнеспособными.



Контрольный вариант Внесение ОСВ в дозе 40 т/га Повышенная доза ОСВ

Рисунок 1 – Состояние растений по вариантам опыта перед уборкой

На варианте с местом хранения бурта ОСВ растения развивались лучше всего, но наблюдается более позднее созревание зерновых культур и полегание посевов, что приводит к большим потерям урожая при уборке.

Учет биологической урожайности пшеницы по делянкам опыта проводили методом пробных площадок. В дальнейшем была проведена математическая обработка результатов учета урожайности методом дисперсионного анализа.

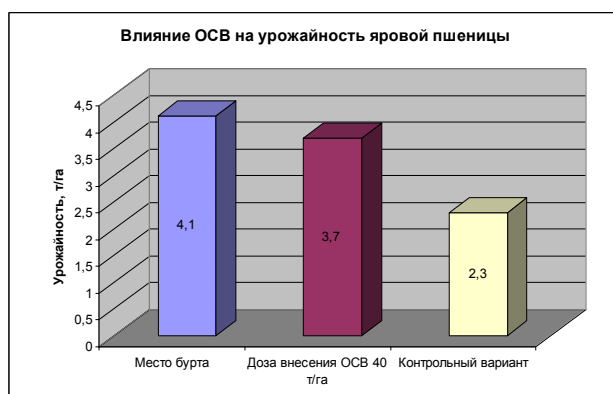


Рисунок 2 – Влияние ОСВ на урожайность яровой пшеницы



Рисунок 3 – Влияние ОСВ на накопление ТМ в выращенной продукции

Наибольшая урожайность получена на варианте с максимальной дозой ОСВ (место бурта), которая превышает урожайность контрольного варианта на 1,8 т/га (рис.2). Незначительно ниже этого варианта урожайность пшеницы при дозе внесения ОСВ 40 т/га, которая составила 3,7 т/га, что составляет 176,2 % к контролю.

Анализ показывает, что в среднем за три года проведения опыта прирост выхода кормовых единиц в варианте 2 с внесением 40 т/га ОСВ составил по отношению к контрольному варианту 50,4%, а в варианте 3 – 66,5%, что говорит о высокой эффективности ОСВ в качестве удобрения. Динамика урожайности за 3 года предполагает, что последствие ОСВ должно просматриваться и в последующие годы.

Осадок сточных вод, внесенный в почву, является источником поступления тяжелых металлов (ТМ) через корневую систему в растения. Анализируя содержание тяжелых металлов в зерне пшеницы отмечаем, что на опытных вариантах концентрация Cr, Co, Pb, Cd, Ni, Cu, Zn, As находится на

уровне или даже ниже, чем на контрольном, где ОСВ не вносилось (рис.3). Следовательно, осадки сточных вод не способствуют накоплению тяжелых металлов в зерне и нет опасности получить "загрязненную" продукцию, так как все показатели содержания тяжелых металлов ниже максимально допустимого уровня (МДУ) .

Во время опытов было обнаружено, что содержание хрома в соломе в вариантах с внесением ОСВ несколько выше по сравнению с контролем и МДУ, что в свою очередь свидетельствует о ее слабом загрязнении этим элементом. Таким образом, внесение ОСВ обусловило незначительное хромовое загрязнение (1,1 и 1,3 МДУ) соломы, но по классификации оценки степени экологического неблагополучия по хрому оно характеризуется как относительно удовлетворительная экологическая ситуация (показатель допустим до 1,5 МДУ).

Содержание нитратов в зерне пшеницы мало изменялось по вариантам опыта и их количество и в зерне и в соломе значительно ниже ПДК. Однако, в соломе отмечено увеличение нитратов на вариантах с внесением ОСВ относительно контроля в 1,7 и в 2,4 раза.

Внесение ОСВ способствовало существенному повышению содержания фосфора в почве, по калию такая тенденция наблюдается только на месте буртования ОСВ.

За период проведения опыта заметно улучшилась обеспеченность почв цинком и медью. Значительного изменения подвижных форм других микроэлементов не выявлено

Выводы:

- В среднем за 3 года от внесения ОСВ выход кормовых единиц с га возрос на 57%;
- происходит обогащение почв органическим веществом, азотом, фосфором, калием;
- отрицательного влияния на накопление тяжелых металлов в выращенной продукции (зерне, соломе, высушенной зеленой массе) в результате внесения ОСВ не обнаружено;
- с эколого-токсикологической точки зрения при применении ОСВ отмечается некоторое увеличение накопления хрома в почве (не превышающее ПДК) и соломе пшеницы, что указывает на необходимость систематического мониторинга за накоплением тяжелых металлов не только в почве, но и в сельскохозяйственной продукции.
- идет сокращение площадей для хранения ОСВ, увеличение кормовой базы, увеличение биомассы;
- денежные затраты на покупку удобрений сокращаются.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 17.4.3.07-2001.Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений.-Введ.2001-23-01.-М.:Изд-во стандартов,2001.
2. СанПин 2.1.7.573-96.Гигиенические требования к использованию сточных вод и их осадков для орошения и удобрения [Текст].-Введ.1996-31-10.-

М.:Постановление Госкомсанэпиднадзора России,1996.

3. Шуравилин А.В. Применение осадка сточных вод для удобрения почв [Текст]/А.В.Шуравилин,В.С.Меркурьев, Н.В.Сурикова//Мелиорация и водное хозяйство.-2006.-№4.-С.47-50.

УДК 504.03.(430)

РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ГЕРМАНИИ

Потеряева Н.Б.

Научный руководитель: Баев Д.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Основными принципами государственной политики в области охраны окружающей среды в Германии являются следующие:

– **принцип профилактики** заключается в том, чтобы заблаговременно избегать загрязнения окружающей среды. Это означает не только то, что государство, выявив опасности, должно вставать на защиту окружающей среды, используя и уговоры, и запреты. Это означает, например, что и при отсутствии конкретной опасности следует сводить к минимуму вредные воздействия на окружающую среду;

– **принцип виновного** представляет собой рыночный инструмент охраны окружающей среды. Он основывается на предпосылке, согласно которой издержки по устранению загрязнения окружающей среды должен брать на себя тот, кто несет ответственность за его возникновение. Так, покупатель, приобретая какой-либо товар, может оставить упаковочный хлам в магазине. Этот принцип пробуждает инициативу и творческий потенциал, необходимые для разработки щадящих окружающую среду и в то же время оптимальных по стоимости технологий;

– **принцип кооперации** означает, что государство осуществляет свои цели в области охраны окружающей среды в согласии со всеми общественными группами. Добровольным соглашениям отдается предпочтение перед законами и постановлениями. Это не означает, что государство отказывается от полномочий, которыми наделяют его конституция и законы. Приведем показательный пример того, как действует принцип кооперации.

Германия стала первым в мире государством, полностью отказавшимся в 1994 г. от использования хлорфторуглеродов, наносящих вред озоновому слою в околоземной атмосфере и применявшихся в качестве репеллентов и хладагентов. Производители товаров, в которых использовались хлорфторуглероды, добровольно сократили установленные государством предельные сроки их применения. Социальная рыночная экономика должна иметь экологическую направленность. Это означает, что требования охраны окружающей среды должны стать в первую очередь составной частью энергетической, транспортной, экономической и градостроительной политики.

В качестве инструмента для достижения этой цели Федеральное правительство использует экологическую налоговую реформу, предусматривающую повышение налогов на потребляемую энергию, например, на бензин для автомобилей. Полученные таким образом дополнительные доходы используются для уменьшения накладных расходов по заработной плате взносов в фонды обязательного страхования на случай болезни, пенсионного страхования и страхования на случай безработицы, что снижает стоимость рабочей силы и, следовательно, повышает конкурентоспособность экономики в мировом масштабе.

Самым слабым звеном в союзе против загрязнения воздуха остаются жилищно-коммунальное хозяйство, а также автомобильный и авиационный транспорт. Инвестиции в строительство и модернизацию жилых зданий в целях энергосбережения поощряются в Германии посредством предоставления государственными финансовыми учреждениями льготных кредитов, но эти меры срабатывают не сразу. На автомобильные выхлопы приходится сегодня более половины выброса всех вредных веществ. Уже в восьмидесятых годах в Германии и, по ее настоянию, в Европейском Союзе прошло поэтапное введение автомобилей с пониженным выбросом вредных веществ. Это означает прежде всего оснащение легковых автомобилей регулируемые трехступенчатыми катализаторами, которые сокращают содержание вредных веществ в отработанных автомобильных газах примерно на 90%. Предпосылкой для оснащения автомобилей катализаторами было введение бензина без свинцовых присадок, что дополнительно уменьшает загрязнение окружающей среды. Сегодня ни на одной автозаправочной станции Германии нет уже бензина со свинцовыми присадками.

В настоящее время в Германии действуют всеохватывающие нормативно-правовые акты, касающиеся охраны вод, которые не уступают нормам по поддержанию чистоты воздуха. В основном это следующие предписания:

– В законе о водном хозяйстве записано, что воды являются составной частью природной кладовой и их необходимо принципиально использовать таким образом, чтобы это шло на благо обществу и тем самым на пользу всем и каждому, чтобы исключалось любое предотвратимое негативное воздействие. Для любого использования вод требуется разрешение или санкция компетентных ведомств.

– Закон о сборах за сточные воды обязывает города, коммуны и промышленные предприятия платить за сточные воды возрастающий со временем налог, размер которого зависит от загрязненности стоков и количества содержащихся в них вредных веществ. Эти деньги используются федеральными землями для финансирования мер по сохранению и улучшению качества вод.

– Согласно закону о моющих и чистящих средствах, их разрешается продавать лишь при том условии, что при их использовании исключается любое предотвратимое негативное воздействие на воды. На основании этого закона были приняты подзаконные акты, по которым поверхностно активные вещества в моющих средствах должны, по меньшей мере, на 90% разлагаться

биологическим путем. Фосфаты в этих моющих средствах разрешается применять лишь в ограниченных количествах. Выполняя предписания закона, города, коммуны, промышленные предприятия построили большое количество очистных сооружений с биологической и, кроме того, с физико-химической очисткой, равно как и другие установки для очистки воды.

– Многие отрасли промышленности перешли на технологии, позволяющие сократить объем сточных вод и снизить содержание в них вредных веществ. Реки, переполненные пеной, остались в прошлом. Будучи страной, через территорию которой протекают важные трансграничные реки, Германия придает большое значение сотрудничеству в международных комиссиях по защите Рейна, Эльбы и Одера. Благодаря совместным усилиям содержание ртути и кадмия в Рейне уменьшилось до уровня ниже естественного фона. Количество аммония в воде составляет сегодня десятую часть от того, что было в 1971 г. Содержание кислорода в воде, имеющего важное значение для всего живого, многократно повысилось вследствие снижения выброса вредных веществ и приблизилось к границе насыщения. Сегодня в Рейне вновь водятся 150 видов живности, в то время как в 1971 г. было всего лишь 27 видов.

Населенные пункты и транспортные коммуникации высокоразвитой в промышленном отношении Германии с ее большой плотностью населения занимают всего 10% ее территории, что сравнительно мало. До 55% территории приходится на земли сельскохозяйственного назначения, 30% занимают леса, 2% - реки и водоемы, остальная территория представляет собой по большей части естественные природные зоны, скажем, болота и пустоши. Это благоприятное территориальное соотношение ничего не говорит об опасностях, которым подвергается почва. Ко всему прочему площади, отведенные в Германии под населенные пункты, увеличиваются каждый день на 26 гектар, а под транспортные коммуникации на 3 гектара. В районах с высокой плотностью населения растет негативное воздействие на окружающую природную среду за счет выброса вредных веществ, застраивания территории зданиями и перерезания ее транспортными коммуникациями.

Сельскохозяйственные районы сталкиваются с другими угрозами, вызываемыми высаживанием монокультур, использованием удобрений и средств защиты растений. Земля в Германии находится под защитой. В 1997 г. был принят закон о защите земли. Он направлен прежде всего на ограничение количества попадающих в почву вредных веществ до минимально возможного уровня. В сельском хозяйстве речь идет, кроме того, о поощрении экологически чистого земледелия без использования химических веществ. Намечена цель дальнейшего снижения выброса вредных веществ в процессе сельскохозяйственного производства, например, аммиака в скотоводстве.

«Немецкий лес», рассматриваемый как национальный символ, который выполняет незаменимые функции в экономике, природе и обществе. Лес это источник дохода и поставщик древесины, экологичный и возобновляемый природный ресурс. Лес защищает почву, собирает воду и берет на себя функцию «зеленых легких», оказывая влияние на воздух и климат.

В Германии неуклонно снижается поголовье диких зверей и количество

дикорастущих растений. Примерно половина видов позвоночных животных, четверть папоротникообразных растений и цветов и 50% видов рыб находятся под угрозой полного исчезновения. Государственная политика охраны природы в Германии призвана противодействовать этой тенденции. Среди прочего федеральные земли объединили в национальные парки и заказники большие территории, сделав приоритетной задачей охрану природы на разных уровнях. Они охватывают в общей сложности 40% территории Германии.

В Германии принят закон о защите от опасных веществ, называемый еще законом о химикалиях. В него включены следующие существенные положения:

Фирмы-изготовители и импортеры могут ввозить и продавать новое синтетическое вещество, в том числе, и как часть комплектующих, - если они заранее, самое позднее за сорок пять дней до этого, предоставят документацию о его свойствах компетентному государственному органу. Чтобы иметь возможность лучше оценить риски, связанные с новыми веществами, за нарушения положений закона предусмотрена уголовная ответственность вплоть до пяти лет лишения свободы.

Оборотной стороной германского общества всеобщего благоденствия стали горы отходов и мусорные полигоны. Однако в начале девяностых годов обозначилась переломная тенденция. Если в 1990 году общее количество отходов составляло еще 374 миллиона тонн, то к 1993 г. осталось уже 337 миллионов тонн, то есть на 10% меньше. За этой тенденцией просматривается политика, на знаменах которой написано конец общества расточительства и начало экономики с замкнутым циклом производства. Основополагающее значение в Германии имеет закон о замкнутых циклах производства и отходов. Неизбежные остатки надлежит переработать и использовать вторично в качестве сырья. В будущем должна стать правилом не коммунальная, а частная утилизация отходов.

Постановление об упаковке, принятое в 1991 г., обязывало производителей и торговые организации забирать у покупателей использованную тару и упаковку, чтобы или использовать ее вторично, или переработать.

Максимально возможная переработка отходов из синтетических материалов не более выгодна, чем их сжигание. Предотвращение возникновения мусора все еще является лучшим профилактическим средством против мусорного инфаркта. Может быть, подобная практика позволит сделать менее массивными меры государственного регулирования в этой области: сегодня в Германии действуют 800 законов и приблизительно 5000 административных предписаний, касающихся только мусора.

Итак, опыт управления отходами в Германии несомненно служит примером. Его необходимо изучать и применять. Социальная рыночная экономика в Германии имеет экологическую направленность. Например, они используют принцип профилактики, принцип виновного, принцип кооперации.

В автомобилестроении они стремятся выпускать машины с минимальным расходом бензина (до 5 л на 100 км) и даже переходят на экологически чистое топливо, выпуск бензина без свинца, оснащение регулируемыеми трехступенчатыми катализаторами.

Инвестиции в строительство и модернизацию жилых зданий в целях энергосбережения поощряются в Германии посредством предоставления государственным финансовым учреждениям льготных кредитов.

В настоящее время в Германии действует всеохватывающие нормативно-правовые акты касающиеся охраны вод, которые не уступают нормам по поддержанию чистоты воздуха. Намечена цель дальнейшего снижения выброса вредных веществ в процессе сельскохозяйственного производства, например, аммиака в скотоводстве.

«Немецкий лес» рассматривается как национальный символ, который выполняет незаменимые функции в экономике, природе и обществе. Принят и работает закон и замкнутых циклах производства и отходах.

Предотвращение возникновения мусора является лучшим профилактическим средством против мусорного инфаркта – это принцип работы Германии, в котором действует 800 законов и около 5000 административных предписаний касающихся только мусора.

УДК 502.3

МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В ОБЛАСТИ ОХРАНЫ ПРИРОДЫ

Осипов И.В.

Научный руководитель: Стрелковская О.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Беспокойство многих социологов и экологов о будущем человечества можно было бы выразить в такой форме: основную опасность для дальнейшего развития человеческого общества представляет отсутствие механизма регулирования деятельности человечества в целом и в отношениях с природной средой – в частности. Это приводит и к нерациональному использованию ресурсов, и к нежелательным изменениям природной среды, и к растущему разрыву в благосостоянии различных стран, и к очень многим другим бедам. И это в принципе верно.

Широкое развитие в области охраны природы получило международное сотрудничество, зародившееся более 100 лет назад. В эпоху научно-технического прогресса в решении глобальных проблем охраны природы особенно важны совместные усилия и сотрудничество всех государств независимо от их общественного строя. Равноправное и разностороннее международное сотрудничество особенно важно в решении долгосрочных программ охраны природы, таких как защита атмосферного воздуха и Мирового океана от загрязнения, регулирование использования рек, пересекающих границы, мигрирующих через государственные границы птиц, млекопитающих, рыб и др. Единство биосферы нашей планеты выдвигает много общемировых экологических проблем разного уровня, успешное решение которых возможно лишь при международном сотрудничестве.

Существует две формы такого сотрудничества: межгосударственные соглашения и конвенции по вопросам охраны окружающей среды и национального использования природных ресурсов; участие в деятельности международных природоохранных организаций. Межгосударственные соглашения и конвенции чаще всего заключают между государствами, имеющими сходные физико-географические условия и общие границы. Иногда они носят глобальный характер и их заключают в рамках мирового сотрудничества.

Межгосударственные соглашения и международные конвенции используются для координации природоохранных усилий различных стран. Партнерами в таких соглашениях обычно выступают страны-соседи или государства, объединяемые общностью интересов в сохранении природной среды региона и совместном использовании некоторых ресурсов.

История международного природоохранного сотрудничества началась с заключения соглашения по регулированию пользования и сохранения ресурсов животного мира. В 1875 году Австро-Венгрия и Италия приняли Декларацию об охране птиц. В 1897 году Россия, Япония и США заключили соглашение о совместном использовании и охране морских котиков в Тихом океане. Первая международная конвенция была заключена некоторыми европейскими странами в 1902 году в Париже для охраны птиц, полезных в сельском хозяйстве.

В 1959 году состоялся Международный договор об Антарктиде, который имел важное значение для сохранения природных комплексов Антарктиды, включая ее уникальную фауну.

Традиционная область международных соглашений – рыболовство, добыча китов и других водных морских животных. Например, Конвенция о порядке регулирования рыболовства в Северном море была заключена еще в 1882 году. В этой сфере действуют сейчас около 70 договоров, в том числе Конвенция о регулировании рыболовства и охране живых ресурсов открытого моря (1958), разных акваторий Атлантики и Тихого океана, Черного моря, Дуная и т.п., по сохранению живых ресурсов Юго-Восточной Атлантики (1969), атлантических тунцов (1966) и котиков северной части Тихого океана (1957), по регулированию китобойного промысла (1949) и многие другие.

Международное сотрудничество играет весомую роль в изучении и разрешении некоторых глобальных проблем охраны природы.

Организация объединенных наций (ООН) на своих сессиях и в специализированных комитетах неоднократно обсуждала проблему охраны природы. В 1962 году Генеральная Ассамблея ООН по предложению Монгольской Народной Республики приняла резолюцию «Экономическое развитие и охрана природы», которая во многом определила политику ООН и ее специализированных учреждений в области охраны окружающей среды на последующее десятилетие. Летом 1972 года в Стокгольме состоялась конференция ООН по вопросам окружающей человека среды. По решению этой конвенции с 1973 г. Начало действовать специализированное учреждение «Программа ООН по окружающей среде» (ЮНЕП). Программа призвана

осуществлять координацию и оказывать помощь в реализации усилий государств и различных международных организаций, направленных на решение важнейших проблем охраны окружающей среды и разумного использования природных ресурсов. Одно из достижений ЮНЕП – создание всемирной системы слежения (мониторинга) за состоянием и изменениями биосферы.

В решении проблем окружающей среды принимают участие Всемирная метеорологическая организация (ВМО), научный комитет по проблемам окружающей среды (СКОПЕ) Международного совета научных союзов, Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и многие другие международные организации.

Среди международных организаций особое место занимает созданный в 1948 г. по инициативе ЮНЕСКО Международный союз охраны природы и природных ресурсов (МСОП). Эта авторитетная организация – основной научный советник и консультант ООН по проблемам охраны живой природы. В соответствии с уставом МСОП содействует сотрудничеству между правительствами, национальными и международными организациями, занимающимися вопросами охраны природы. МСОП осуществил ряд крупных мероприятий по охране природы. Среди них – разработка конвенций по сохранению водных и болотистых местообитаний животных, соглашение по охране белых медведей, создание Международной Красной книги и многие другие.

МСОП поддерживает постоянные контакты и сотрудничает с другими специализированными учреждениями ООН и в первую очередь с ЮНЕСКО, ФАО, ЮНЕП, а также международными научными объединениями, например, Международным советом научных союзов, Международным союзом биологических наук и др.

Помимо названных международных организаций, создано много других, занятых решением частных вопросов охраны природы или объединяющих деятельность организаций регионов – Африки, Северной Америки, Европы и т.д.

Международное сотрудничество в области охраны природы, выражающееся в международных конвенциях, договорах, соглашениях, проведении международных конференций, конгрессов и различных контактов ученых и общественных деятелей, играет огромную роль в сохранении биосферы Земли от деградации и возможной гибели.

Принципы мирного существования государств с различными социальными системами становятся нормой в международных отношениях.

Общеввропейское совещание в 1975 г. в Хельсинки, посвященное вопросам безопасности и сотрудничества в Европе, зафиксировало принцип сотрудничества государств друг с другом, открывающие широкую возможность для совместного обсуждения и решения серьезных проблем, вставших сейчас перед всеми народами мира.

Мирное сотрудничество между народами и государствами, общность многих проблем, единство и неделимость нашей маленькой планеты Земля определяют необходимость все более тесного международного

экономического, научно-технического и культурного сотрудничества. Такие глобальные проблемы, как сохранение мира, спасение гибнущей природы, обеспечение населения продовольствием, изучение и освоение ресурсов мирового океана и космоса, ликвидация опасных болезней, наркомании, преступности, особо обострились во второй половине XX века, а в начале третьего тысячелетия приобрели еще более актуальный характер. Решение этих проблем требует совместных усилий всех государств и все более полного взаимопонимания между ними.

Что же является основным в международном сотрудничестве в области охраны окружающей среды?

Во-первых, конкретные действия по предотвращению загрязнений пограничных рек, озер и общих морей (например, Балтийского моря); во-вторых, широкий обмен опытом и унификация методов измерений загрязнения природной среды и нормативов, определяющих ее качество; в-третьих, обмен опытом в разработке экологически чистых технологических процессов и методов очистки промышленных выбросов; в-четвертых, совместные действия по охране и разведению редких животных; и, наконец, множество совместно проводящихся научных исследований, относящихся ко всем этим вопросам.

Поэтому не разработка сложных социально-экономических построений, не создание новых наднациональных органов, не ограничение суверенитета, не переделка ООН и ее организаций, а борьба за мир, за прекращение гонки вооружений и разоружение, за придание процессу разрядки международной напряженности необратимого характера является первой и главной задачей, в решение которой должны включиться все те, кого справедливо беспокоит ближайшее будущее человечества.

Библиографический список

1. Банников А.Г., Рустамов, Вакулин А.А. «Охрана природы», Москва, 1985 г. А.К.
2. Воронцов А.И., Щетинский Е.А., Никодимов И.Д. «Охрана природы: учебник для техникумов», Москва, 1989 г.
3. Михеев А.В., Галушин В.М., Гладков Н.А. и др., «Охрана природы: учебник для педагогических институтов», Москва, 1987 г.
4. Лемешев М.Я. «Пока не поздно...», Москва, 1991 г.

УДК 620.92

НЕТРАДИЦИОННЫЕ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫЕ ИСТОЧНИКИ ЭНЕРГИИ

Туненко А.А.

Научный руководитель: Стрелковская О.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Энерговооруженность общества – основа его научно-технического

прогресса, база развития производительных сил. Её соответствие общественным потребностям – важнейший фактор экономического роста. Развивающееся мировое хозяйство требует постоянного наращивания энерговооруженности производства. Однако, человечеству в последнее время постоянно не хватает энергии.

Если в конце XIX века энергия играла, в общем, вспомогательную и незначительную в мировом балансе роль, то уже в 1930 году в мире было произведено около 300 миллиардов киловатт-часов электроэнергии. Сейчас в мире производится около 60 тыс. миллиардов кВт час. А потребности человечества все время растут. Ученые и изобретатели уже давно разработали многочисленные способы производства энергии, в первую очередь электрической. Давайте тогда строить все больше и больше электростанций, и энергии будет столько, сколько понадобится! Такое, казалось бы, очевидное решение сложной задачи, оказывается, таит в себе немало подводных камней. Неумолимые законы природы утверждают, что получить энергию, пригодную для использования, можно только за счет ее преобразований из других форм.

Предприятия топливно-энергетического комплекса (ТЭК) являются источником более 48 % загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу в результате хозяйственной деятельности во всех отраслях экономики. А в промышленных выбросах доля предприятий ТЭК составляет около 60 %. Негативное воздействие предприятий ТЭК на окружающую среду выражается не только в загрязнении природных сред органическими и неорганическими веществами, но также и в результате изъятия и деградации почв и земель из-за складирования и закачки отходов, подтопления, подработки территорий, изменения сейсмостектонических условий и др. Также всем известно, что запасы нефти, угля, газа не бесконечны. И срок их использования, по оценкам разных специалистов, колеблется в разных местах от тысячи до десятка лет! Все это привело к более глубокому изучению и использованию нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ). К ним относят энергию ветра, Солнца, геотермальную энергию, биомассу и энергию Мирового океана. Основное преимущество возобновляемых источников энергии их неисчерпаемость и экологическая чистота. Их использование не изменяет энергетический баланс планеты. Но также эти источники энергии имеют и отрицательные свойства. Это малая плотность потока (удельная мощность) и изменчивость во времени большинства НВИЭ. Первое обстоятельство заставляет создавать большие площади энергоустановок, перехватывающие поток используемой энергии (приемные поверхности солнечных установок, площадь ветроколеса, протяженные плотины приливных электростанций и т.п.). Это приводит к большой материалоемкости подобных устройств, а, следовательно, к увеличению удельных капиталовложений по сравнению с традиционными энергоустановками. Но, повышенные капиталовложения впоследствии окупаются за счет низких эксплуатационных затрат. Например, нормальной солнечной батарее не нужен ремонт несколько десятков(!) лет. Эти качества и послужили причиной бурного развития возобновляемой энергетики во всем мире и весьма оптимистических прогнозов их развития в ближайшем десятилетии.

Различные виды НВИЭ находятся на различных стадиях освоения. Как это ни парадоксально, наибольшее применение получил самый изменчивый и непостоянный вид энергии – ветер. Особенно активно развивается ветроэнергетика – 24 % в год. Сейчас это наиболее быстро растущий сектор энергетической промышленности в мире. Во многих странах возникла новая отрасль – ветроэнергетическое машиностроение. По-видимому, и в ближайшей перспективе ветроэнергетика сохранит свои передовые позиции. Мировыми лидерами по применению энергии ветра являются США, Германия, Нидерланды, Дания, Индия. В Европе ветрогенераторы стали привычным элементом пейзажа. Например, в Дании 13 % электроэнергии уже сейчас вырабатывается с помощью возобновляемых источников. Половина ветровых турбин изготавливается именно в этой стране, отсюда их развозят по всему свету.

В России к началу XX века вращалось около 2500 тысяч ветряков общей мощностью миллион киловатт. После 1917 года мельницы остались без хозяев и постепенно разрушились. Правда, делались попытки использовать энергию ветра уже на научной и государственной основе. В 1931 году вблизи Ялты была построена крупнейшая по тем временам ветроэнергетическая установка мощностью 100 кВт, а позднее разработан проект агрегата на 5000 кВт. Но реализовать его не удалось, так как Институт ветроэнергетики, занимавшийся этой проблемой, был закрыт.

Существенным недостатком энергии ветра является ее изменчивость во времени, но его можно скомпенсировать за счет расположения ветроагрегатов. Если в условиях полной автономии объединить несколько десятков крупных ветроагрегатов, то средняя их мощность будет постоянной. При наличии других источников энергии ветрогенератор может дополнять существующие. И, наконец, от ветродвигателя можно непосредственно получать механическую энергию.

Проблема использования экологически чистой и притом «дармовой» солнечной энергии волнует человечество с незапамятных времен, но только недавно успехи в этом направлении позволили начать формировать реальный, развивающийся рынок солнечной энергетики. К настоящему времени основными способами прямой утилизации солнечной энергии являются преобразование ее в электрическую и тепловую. Устройства, преобразующие солнечную энергию в электрическую, называются фотоэлектрическими или фотовольтаическими, а приборы, преобразующие солнечную энергию в тепловую, – термическими. В последнее время все большее распространение получают так называемые гибридные или как их еще называют комбинированные системы, сочетающие в себе функции фотовольтаических и термических устройств. Отличительной особенностью гибридных систем является возможность их функционирования в автономном режиме, без подключения к централизованным энергосистемам. В литературе все три типа приборов называются гелиосистемами. Сейчас, суммарная мировая мощность автономных фотоэлектрических установок достигла 500 МВт. Существует два основных направления в развитии солнечной энергетики: решение глобального вопроса снабжения энергией и создание солнечных преобразователей,

рассчитанных на выполнение конкретных локальных задач. Эти преобразователи, в свою очередь, также делятся на две группы; высокотемпературные и низкотемпературные. В преобразователях первого типа солнечные лучи концентрируются на небольшом участке, температура которого поднимется до 3000°C. Такие установки уже существуют. Они используются, например, для плавки металлов

Самая многочисленная часть солнечных преобразователей работает при гораздо меньших температурах – порядка 100 – 200°C. С их помощью подогревают воду, обессоливают ее, поднимают из колодцев. В солнечных кухнях готовят пищу. Сконцентрированным солнечным теплом сушат овощи, фрукты и даже замораживают продукты. Энергию солнца можно аккумулировать днем для обогрева домов и теплиц в ночное время. Солнечные установки практически не требуют эксплуатационных расходов, не нуждаются в ремонте и требуют затрат лишь на их сооружение и поддержание в чистоте. Работать они могут бесконечно. Энергетика земли (геотермальная энергетика) базируется на использовании природной теплоты Земли. Недра Земли таят в себе колоссальный, практически неисчерпаемый источник энергии. Так, например, маленькая европейская страна Исландия – «страна льда» в дословном переводе – полностью обеспечивает себя помидорами, яблоками и даже бананами! Многочисленные исландские теплицы получают энергию от тепла земли – других местных источников энергии в Исландии практически нет. Зато очень богата эта страна горячими источниками и знаменитыми гейзерами-фонтанами горячей воды, с точностью хронометра вырывающейся из-под земли. И хотя не исландцам принадлежит приоритет в использовании тепла подземных источников, жители этой маленькой северной страны эксплуатируют подземную котельную очень интенсивно.

Известно, что запасы энергии в Мировом океане колоссальны, ведь две трети земной поверхности (361 млн. кв. км) занимают моря и океаны: акватория Тихого океана составляет 180 млн. кв. км, Атлантического – 93 млн. кв. км, Индийского – 75 млн. кв. км. Так, тепловая энергия, соответствующая перегреву поверхностных вод океана по сравнению с донными, скажем, на 20 градусов, имеет величину порядка 10^{26} Дж. Кинетическая энергия океанских течений оценивается величиной порядка 10^{18} Дж. Однако пока что люди умеют использовать лишь ничтожные доли этой энергии, да и то ценой больших и медленно окупающихся капиталовложений, так что такая энергетика до сих пор казалась малоперспективной.

Происходящее весьма быстрое истощение запасов ископаемых топлив, использование которых к тому же связано с существенным загрязнением окружающей среды, заставляет ученых и инженеров уделять все большее внимание поискам возможностей рентабельного использования обширных и безвредных источников энергии, в том числе и энергии в Мировом океане. Широкая общественность еще не знает, что поисковые работы по извлечению энергии из морей и океанов приобрели в последние годы в ряде стран уже довольно большие масштабы и что их перспективы становятся все более обещающими.

Океан таит в себе несколько различных видов энергии: энергию приливов

и отливов, океанских течений, термальную энергию, и др. Наиболее очевидным способом использования океанской энергии представляется постройка приливных электростанций (ПЭС). Энергию приливов на протяжении веков человек использовал для приведения в действие мельниц и лесопилок. Но с появлением парового двигателя она была предана забвению до середины 60-х годов, когда были пущены первые ПЭС во Франции и СССР.

Большое внимание приобрела «океанотермическая энергоконверсия» (ОТЭК), т.е. получение электроэнергии за счет разности температур между поверхностными и засасываемыми насосом глубинными океанскими водами, например при использовании в замкнутом цикле турбины таких легкоиспаряющихся жидкостей как пропан, фреон или аммоний.

В океане, который составляет 71 процент поверхности планеты, потенциально имеются различные виды энергии - энергия волн и приливов; энергия химических связей газов, питательных веществ, солей и других минералов; скрытая энергия водорода, находящегося в молекулах воды; энергия течений, спокойно и нескончаемо движущихся в различных частях океана; удивительная по запасам энергия, которую можно получать, используя разницу температур воды океана на поверхности и в глубине, и их можно преобразовать в стандартные виды топлива. Такие количества энергии, многообразие ее форм гарантируют, что в будущем человечество не будет испытывать в ней недостатка. В то же время не возникает необходимости зависеть от одного – двух основных источников энергии, какими, например, являются давно использующиеся ископаемые виды топлива и ядерного горючего, методы, получения которого были разработаны недавно.

За время существования нашей цивилизации много раз происходила смена традиционных источников энергии на новые, более совершенные. И не потому, что старый источник был исчерпан. Солнце светило и обогревало человека всегда: и, тем не менее, однажды люди приручили огонь, начали жечь древесину. Затем древесина уступила место каменному углю. Запасы древесины казались безграничными, но паровые машины требовали более калорийного «корма». Уголь вскоре уступает свое лидерство на энергетическом рынке нефти. И вот новый виток: в наши дни ведущими видами топлива пока остаются нефть и газ. На следующем этапе нужен новый лидер энергетики.

Им, несомненно, станут ядерные источники. И ядерное горючее приходит на смену нефти и углю... Всегда было так: следующий источник энергии был и более мощным. То была, если можно так выразиться, «воинствующая» линия энергетики. В погоне за избытком энергии человек все глубже погружался в стихийный мир природных явлений и до какой-то поры не очень задумывался о последствиях своих дел и поступков. Но времена изменились. Сейчас, в начале 21 века, начинается новый, значительный этап земной энергетики. Появилась энергетика «щадящая», построенная так, чтобы человек не рубил сук, на котором он сидит. Несомненно, в будущем параллельно с линией интенсивного развития энергетики получат широкие права гражданства и линия экстенсивная: рассредоточенные источники энергии не слишком большой мощности, но зато с высоким КПД, экологически чистые, удобные в обращении. Яркий пример тому – быстрый старт электрохимической

энергетики, которую позднее, видимо, дополнит энергетика солнечная. Энергетика очень быстро аккумулирует, ассимилирует, вбирает в себя все самые новейшие идеи, изобретения, достижения науки. Это и понятно: энергетика связана буквально со Всем, и Все тянется к энергетике, зависит от нее. Не так важно, каково ваше мнение о нуждах энергетики, об источниках энергии, ее качестве, и себестоимости. Нам, по-видимому, следует лишь согласиться с тем, что сказал ученый мудрец, имя которого осталось неизвестным: «Нет простых решений, есть только разумный выбор».

Библиографический список

1. Энергетические ресурсы мира. Под редакцией Непорожного П.С., Попкова В.И. - М.: Энергоатомиздат. 1995 г.
2. Огородников И.А., Огородников А.А. «На пути к устойчивому развитию: экодом. Сборник материалов» М.: Социально-экологический союз, 1998г.
3. Журнал «Техника молодежи» №5, 1990г.
4. Лаврус В.С. «Источники энергии» К.: НиТ 1997г.
5. Ресурсы Интернета.

УДК 504.06(571.17)

ВЛИЯНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Колдина А.Н.

Научный руководитель: Стрелковская О.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Кемеровская область входит в число самых загрязнённых регионов России. Деятельность предприятий черной и цветной металлургии, угледобывающих, углеперерабатывающих, химических предприятий, обеспечивая работой и средствами для жизни населения области, в то же время привела к деградации биологических ресурсов, стала одной из основных причин ухудшения здоровья и снижения продолжительности жизни населения.

Сложная экологическая обстановка является своеобразной платой за экономическое благополучие региона.

Проблема неблагоприятной экологической обстановки названа горожанами приоритетной. Она возглавляет рейтинг на городском новокузнецком сайте наряду с криминогенностью, задачами строительства и содержания жилья. Странная складывается ситуация: на предприятиях регулярно вводятся в эксплуатацию очистные сооружения, а дышать легче не становится.

По официальным данным, в Новокузнецке действительно отмечается стабильное снижение уровня загрязнения окружающей среды. По сравнению с 2006 годом общим объём выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

уменьшился на 4,6 тыс. тонн. При этом произошло увеличение по ряду ингредиентов – диоксиду серы, оксиду углерода, фтористому водороду, саже, бензапирену. А среднегодовые концентрации примесей, несмотря на снижение, превышают предельно допустимые.

Загрязнение приземного слоя воздуха во многом зависит от метеорологических условий. Концентрации вредных веществ резко возрастают в жаркую или, наоборот, в морозную безветренную погоду. В такие дни предприятия города переходят на особый режим работы, который позволяет максимально сокращать выбросы. Каждое из них согласно ст. 19 Закона РФ «Об охране атмосферного воздуха» заранее разрабатывает комплекс мероприятий, рассчитанный на этот период. Контроль на их осуществление ведут собственные лаборатории предприятий, органы Роспотребнадзора. Комитет по охране окружающей среды городской администрации, ОГИБДД УВД города (на транспортных предприятиях). В результате за прошлый год при неблагоприятных метеоусловиях высокого загрязнения атмосферы не зафиксировано (высоким считается превышение максимальной разовой ПДК одного или нескольких веществ в 10 и более раз).

Наибольшая доля во вкладе крупных промышленных предприятий традиционно принадлежит градообразующим предприятиям черной металлургии. Чем выше объём выпускаемой продукции, тем больше объём выбросов. Но выбросы были бы ещё значительно больше, если бы не природоохранные мероприятия. Они позволили, к примеру, на ОАО «ЗСМК» по сравнению с 2006 годом при производстве каждой тонны стали снизить количество выбросов на 2,5 кг. Не менее эффективны системы очистки и на других предприятиях. На ОАО «НКМК» (ЭСЦ) при эксплуатации старой установки газоочистки вагон пыли накапливался за две недели, собирая её лишь частично. Новая обстановка улавливает пыль практически полностью (вагон набирается за сутки). Степень очистки газа ферросплавных печей (ОАО «Кузнецкие ферросплавы») составляет 99 – 99,8 %. За счет совершенствования технологии на 1,48 тыс. тонн в год снизились выбросы загрязняющих веществ на ОАО «НКАЗ».

Сложная экологическая обстановка в нашем городе возникла достаточно давно, но такова своеобразная плата за благо цивилизации. Развитая промышленность – это, прежде всего, рабочие места и стабильная зарплата. За неблагоприятные условия жизни в нашем городе начисляется доплата в размере 30 %.

Компенсацией за экологический вред является и социальная защищённость населения.

Над городом сегодня и в ясные дни под час не увидишь голубого неба: оно застлано пеленой пыли и дыма.

По данным ученых международного центра экологических и медико-биологических исследований их содержания в воздухе превышает европейские стандарты в десятки раз. При столь интенсивной нагрузке на природную среду она утрачивает способность саморегуляции, самоочищению и постоянно деградирует.

В Кузнецкой котловине сложилось особо тяжелая экологическая

обстановка в связи с расположением многих городов в понижениях рельефа при огромной промышленной нагрузке. По совокупности экологических условий города России разделяются на 5 категорий. Пятая категория означает критическое экологическое состояние. К этой категории и отнесен Новокузнецк.

Основные объекты черной металлургии Кузбасса сконцентрированы в Новокузнецке, отчего уровень загрязнения превышает допустимые нормативы последующим ингредиентам: взвешенным веществам, фтористому водороду, диоксиду азота, формальдегиду. Три последних относятся к высокоопасным соединениям.

Мы давно уже буквально живем на отходах промышленности. Терриконики, шлаковые отвалы, шлако- и хвостохранилища обступили город со всех сторон. Два хвостохранилища Абагурской аглофабрики занимают более 200 гектаров, а третье строящееся хвостохранилище – 150га.

В Новокузнецке в сутки удаляется в отвалы 500 железнодорожных вагонов различных отходов. Площадь, занятая сухими отвалами, гидроотвалами, составляет 6 тыс.га.

В 10-километровой зоне вокруг Новокузнецка в почве наблюдаются следующие превышения ПДК (предельно-допустимых коэффициентов):

по кадмию – в 6 раз

по цинку – в 5 раз

по меди и никелю – в 2 – 3 раза

по фтору – в 6 – 8 раз

по водорастворимому фтору – в 6 – 120 раз

Загрязнение воздушного бассейна города металлами не достигает ПДК. Атмосферные осадки в течение года имели в основном слабощелочную (46,3 %) и щелочную (48,6 %) реакцию, лишь в 5,1 % реакция была нейтральной.

Вокруг ЗСМК и КМК кислотность выпадений достигает 9,6 рН, при этом кислотность почв сдвигается в щелочную среду на 1,5 – 1,8 единиц. В зоне загрязнения оказываются ближайшие рабочие поселки с индивидуальными приусадебными участками, продукция которых составляет основу овощного рациона местного населения. Поступление промышленных выбросов в почвы огородных участков усиливает и без того значительный приток тяжёлых металлов. Избыток тяжелых металлов в почве вызывает повышенное накопление их в огородных культурах, что представляет опасность для здоровья человека, снижает урожайность и качество выращиваемых культур, может приводить к болезням и падежу скота.

Систематически проводимые наблюдения за радиоактивностью воздуха, воды, пищевых продуктов свидетельствуют о стабильной радиационной обстановке в городе. Гамма-фон на местности составлял в 2006 г. в среднем 12 – 14 мкр/час.

Страшная реальность нашего города – смоговые ситуации, осложняющиеся тем, что формирует их приземные источники: печное отопление, сжигание мусора, листья, веток, автотранспорт, пешеходы.

К примеру, в 2007 г в воздух города выбрасывалось в сумме 955 тысяч тонн загрязнителей, и поэтому показателю мы занимали 2 место в России. С

учетом токсичности передвинулись на 11 место, тогда как Нижний Новгород, занимая 13 место, с учетом токсичности передвинулся на 1 место.

Кроме того не надо сбрасывать со счетов так называемый «эффект высоких труб», по которому выбрасываемые дымовые газы поднимаются в высокие слои атмосферы и уносятся ветрами за сотни и тысячи километров.

Промышленный натиск на природную среду достиг, по всем признакам, критической отметки. Терпеливая ко всем невзгодам земля Кузнецка ждёт от нас самых неотложных и решительных мер. Завтра придется платить сто крат дороже...

К наиболее сильным и необратимым изменениям геологической среды относятся техногенные нарушения, связанные с добычей полезных ископаемых. Нарушение равновесия земной поверхности привело к активизации экзогенных геологических процессов: оползней, подтопления и засоления почв. В Новокузнецке подтоплено 75 % городской территории.

В последние годы чрезвычайно обострилась проблема водопользования, обеспечения водой народного хозяйства и питьевой водой населения. Основным источником водоснабжения области и главным приемником сточных вод является река Томь.

В бассейн реки Томи сбрасывают сточные воды 285 предприятия металлургической, угольной, химической, энергетической, коксовой промышленности, агропромышленного комплекса и коммунально-бытовых предприятий через 387 выпуска. Всего в бассейн реки Томь в 2007 г. сброшено в 3003959,6 тыс. кв. м. сточных вод, в том числе:

- без очистки – 53184,9 тыс. кв. м.;
- недостаточно очищенных – 448787,9 тыс. кв. м.;
- нормативно чистых, без очистки – 1330895,0 тыс. кв. м.;
- нормативно очищенных на очистных сооружениях – 18098,7 тыс. кв. м.

В верховьях реки Томь загрязнена преимущественно нефтепродуктами, среднегодовая концентрация которых превысила ПДК в 14,2 раза от фона. Вниз по течению загрязнения реки увеличиваются.

Большое влияние на качество воды в Томи оказывают её притоки, на берегах которых расположены предприятия угольной, горнодобывающей, деревообрабатывающей промышленности, агропромышленного комплекса. Больше других притоков загрязнена река Аба.

Новокузнецк – высоко урбанизированный город, в котором только 10% населения проживает в сельской местности. Сосредоточение на ограниченной территории большого количества предприятий, техники, транспорта, зданий, людей обуславливает то, что жилая среда по качеству существенно отличается от природной, естественной. Экстенсивное развитие промышленности, ошибки в её размещении, техническая отсталость и недооценка последствий хозяйственной деятельности для природы города привели к деградации фауны и флоры, нарушению ландшафта, загрязнению рек, накоплению большого количества промышленных и бытовых отходов.

Экологическая защита подразумевает не только борьбу с загрязнением атмосферного воздуха, водных объектов, почвы, не только мероприятия по охране флоры и фауны городского и пригородного ландшафтов, но также

экономии энергетических, сырьевых и природных ресурсов, переход на пользования новых, экологически безвредных видов энергии. Экологическое сознание, ответственность за экологические последствия принимаемых решений должны стать органической частью деятельности не только производителей и ученых, но и архитекторов, строителей и других специалистов, каждого жителя Новокузнецка.

Таблица – Вклад отдельных предприятий в выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Новокузнецка

	Наименование предприятия	Валовый выброс, т/год	Удельный вес в выбросах, %
1	ЗСМК	214850,0	43,0
2	Абагурская аглофабрика	138558,0	27,6
3	КМК	38900,0	8,0
4	Кузнецкий алюминиевый завод	34200,0	7,0
5	Западно-Сибирская ТЭЦ	31460,0	6,3
6	Кузнецкая ТЭЦ	13740,0	2,7
7	Кузнецкий завод ферросплавов	5500,0	1,0
8	Кузнецкий цемзавод	3500	0,7
	Другие предприятия	21270,0	3,7

Для вывода Новокузнецка из экологического кризиса нужны строгие научно обоснованные методы и методики промышленного развития региона с обеспечением его экологической безопасности.

Библиографический список

1. Доклад «О состоянии окружающей природной среды Новокузнецка в 2008 г.». Часть II: Качество природной среды и состояние природных ресурсов. Раздел 1: Климатические особенности года // ЭКО бюллетень. - 2002. - №3. - С. 6-11.
2. Осипов Ю.К. Экологические проблемы кузбасского региона // Известия вузов. Черная металлургия. - 2001. - №2. - С. 69-71.
3. Волынкина Е.П. Несанкционированные свалки на территории Новокузнецка и Новокузнецкого района // ЭКО бюллетень. - 2002. - №3. - С. 30-31.
4. Доклад Комитета природных ресурсов по г. Новокузнецк «О состоянии окружающей природной среды Новокузнецка в 2008 г.» // ЭКО бюллетень. - 2001. - №12. - С. 6-9.
5. Экологическая обстановка в г. Новокузнецк. // ЭКО бюллетень. - 2003. - №10. - С. 4-9.
6. Сенкус В.В., Майер В.Ф. Экологические проблемы горнодобывающих предприятий в Кузбассе // ЭКО бюллетень. - 2002. - №2. - С. 12-13.
7. Косарев В.А., Муратова С.Ю., Коблова Н.С. Экспертно-аналитическая информационная система для оценки эколого-гигиенической ситуации в крупном металлургическом центре // Металлург. - 2002. - №9. - С. 32-34.

ОПАСНОСТЬ АВАРИЙ И ТРАВМ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Веркнер Н.М.

Научный руководитель: доцент Шилинговский И.Г.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время любой вид транспорта представляет потенциальную угрозу здоровью и жизни человека. Технический прогресс одновременно с комфортом и скоростью передвижения принес и значительную степень угрозы. Значительное место в общем объеме грузоперевозок занимает железнодорожный транспорт. Он обеспечивает до 47 % пассажирских перевозок, а также до 50 % доставок груза. Среди последних большое количество опасных грузов. Поэтому железнодорожный транспорт относится к отраслям народного хозяйства с повышенным риском возникновения аварийных ситуаций. [1, С. 231]

Из-за нарушения безопасности движения возникают аварии и крушения. К крушениям относятся: столкновения поездов с другими поездами, подвижным составом и различными препятствиями, а также сходы с рельсов подвижного состава на перегонах и станциях, влекущие за собой гибель людей или повреждение локомотивов или вагонов до степени исключения их из инвентаря. Железнодорожная авария – опасное происшествие на железной дороге, приведшее к повреждению одной или нескольких единиц подвижного состава до степени капитального ремонта и (или) гибели одного или нескольких человек, причинению пострадавшим телесных повреждений разной тяжести либо к полному перерыву движения на аварийном участке, превышающему нормативное время. К чрезвычайным случаям относится полная или частичная утрата подвижного состава в ходе террористического акта, а также в результате неблагоприятных воздействий окружающей среды. [3, С. 10 – 11]

Основными причинами аварий и катастроф на железнодорожном транспорте являются неисправности пути, подвижного состава, средств сигнализации, централизации и блокировки, ошибки диспетчеров, невнимательность и халатность машинистов. Чаще всего происходит сход подвижного состава с рельсов, столкновения, наезды на препятствия на переездах, пожары и взрывы непосредственно в вагонах. При перевозке опасных грузов, таких как газы, легковоспламеняющиеся, взрывоопасные, едкие, ядовитые и радиоактивные вещества, происходят взрывы, пожары цистерн и других вагонов. Ликвидировать такие аварии довольно сложно. Не исключаются размыты железнодорожных путей, обвалы, оползни, наводнения.

Во избежание пагубных воздействий природной стихии на железнодорожных объектах предусматриваются и возводятся соответствующие инженерные сооружения. Так для защиты от каменных и снежных обвалов строят специальные галереи и подпорные стенки, от размыва земляного

полотна водоотводные и берегоукрепительные сооружения в виде канав, дамб, траверсов.[2, С. 95]

Аварии и катастрофы на железнодорожном транспорте могут быть двух видов:

- 1) аварии на производственных объектах, не связанных непосредственно с движением поездов (заводы, депо, станции и др.);
- 2) аварии поездов во время движения.

Аварии (катастрофы) на объектах железнодорожного транспорта (как и на объектах народного хозяйства) часто являются результатом нарушения правил технической эксплуатации, технологических процессов при производстве и ремонте подвижного состава, несвоевременного и некачественного технического обслуживания, неисправности путей, подвижного состава, средств управления. Более 40 % железнодорожных аварий и катастроф происходят по вине путейных рабочих. Участились аварии на железнодорожных переездах из-за нарушений правил проезда по ним водителями транспортных средств.[2, С. 96]

Внедрение новой техники и технологий позволило исключить некоторые опасные технологические операции и значительно изменить характер работы многих работников железной дороги. Однако полностью исключить нахождение людей в опасной зоне движения подвижного состава не представляется возможным. Несмотря на совершенствующееся техническое оснащение, работа транспорта сопряжена с множеством аварий. Определяющим фактором, влияющим на безопасность движения на железнодорожном транспорте, является чрезмерно высокий износ технических средств, обеспечивающих безопасность движения и подвижного состава. Согласно данным ежегодного государственного доклада МЧС России около 13 % железнодорожного полотна выработало свой ресурс и требует замены. Износ основных технических средств сигнализации, централизации, блокировки превышает 55,3 %, а основных фондов электрифицированных железных дорог – 50,8 %. Износ основных производственных фондов достиг 55,63 %. Значительно сократились темпы обновления подвижного состава, закупка новых электропоездов и тепловозов. В эксплуатации до сих пор находится более 28 % цистерн с продленным сверх проектного сроком эксплуатации.

Немало происшествий, аварий, катастроф и ЧС техногенного характера на объектах транспорта возникает в результате нерешенных социальных проблем (пьянство, безработица, безнадзорность) и вытекающего из них поведения детей, подростков и взрослых. Прежде всего, это разукрупнение оборудования, хищение электрокабелей, металлических деталей с целью сдачи их в металлолом. Современные вандалы портят светофоры, системы сигнализации на путях, нападают на пассажиров и персонал транспортных объектов. В структуре железнодорожного травматизма преобладают множественные механические травмы различной локализации, закрытые черепно-мозговые, комбинированные травмы, ожоги, отравления продуктами горения и другими токсичными веществами. В зависимости от вида крушения и действия основного поражающего фактора в структуре санитарных потерь преобладают однотипные повреждения.

Характерные механические повреждения:

Столкновение пассажирского подвижного состава преимущественно закрытые черепно-мозговые травмы (до 50 %), травмы верхних и нижних конечностей (до 30 %), поверхностные тупые и рвано-ушибленные раны мягких тканей различной локализации (до 20 %). Удельный вес множественных и комбинированных травм (более 60 %), а также травм с синдромом длительного сдавливания при невозможности быстрого высвобождения пораженных из-под деформированных конструкций локомотивов и вагонов.

Сход с рельсов пассажирских поездов преимущественно поверхностные повреждения мягких тканей (до 60 %) и черепно-мозговые травмы (до 30 %). При возгорании подвижного состава, это может привести к резкому увеличению числа пострадавших с термическими (до 40 %) и комбинированными (до 60 %) поражениями. Последствия взрывов преимущественно скальпированные, резаные и рвано-ушибленные раны мягких тканей, закрытые черепно-мозговые травмы и ранения глаз. В большинстве случаев до 20 % общего числа пораженных нуждаются в оказании экстренной медицинской помощи. [5, С. 1]

По итогам 2009 года на сети железных дорог в зоне движения поездов было травмировано 4447 граждан, из которых 2953 человека погибло. При этом следует отметить, что 18 % из всех граждан, получивших травмы, находились в состоянии алкогольного опьянения. По сравнению с 2008 годом общее количество травмированных граждан сократилось на 17,4 %, число погибших в результате травм уменьшилось на 16 %.

Наибольшее количество случаев травмирования в 2009 году отмечено на Московской (1361 человек, из которых 871 человек погиб), Октябрьской (434, из которых 288 погибло), Горьковской (376, погибло 258 граждан), Свердловской (339 травмированных, из них 210 погибших) и Западно-Сибирской (216 погибших из 321 травмированных) железных дорогах.

Основными причинами получения травм стали: хождение по железнодорожным путям в неустановленных местах (90,5 %), нахождение на пешеходном настиле во время движения поезда (4,6 %), попытки взобраться на платформу или спрыгнуть с нее (2,3 %), падение между вагоном и платформой (1,3 %).

В целях обеспечения безопасности граждан и предупреждения травмирования в 2009 году ОАО «РЖД» направило 548,6 млн. рублей на выполнение организационно-технических мероприятий.

В минувшем году компанией были выполнены работы по строительству 9 пешеходных мостов, укладке на пешеходных переходах 635 п.м. резино-кордового покрытия. Капитально отремонтировано 14 пешеходных тоннелей, 96 пешеходных мостов, 14,8 п. км. пешеходных настилов, установлено и обновлено около 44 тысяч предупреждающих плакатов и знаков безопасности, установлено и отремонтировано 160 речевых информаторов о приближении поезда.[4, С. 1]

При нахождении в зоне действия железнодорожного транспорта необходимо соблюдать следующие правила поведения [2, С]:

1) при движении вдоль железнодорожных путей не следует подходить

ближе пяти метров к крайнему рельсу;

2) на электрифицированных участках нельзя подниматься на опоры, прикасаться к ним и спускам, идущим от опоры к рельсу, а также к лежащим на земле проводам;

3) переходить железнодорожные пути следует только в установленных местах, пользуясь пешеходными мостами, туннелями, переходами, а в случае их отсутствия, по настилам и в местах, где установлены указатели «Переход через пути»;

4) недопустимо подлезать под вагоны и перелезать через автосцепки;

5) при ожидании поезда нельзя устраивать на платформе подвижные игры, бежать рядом с вагонами идущего поезда, стоять ближе двух метров от края платформы во время прохождения поезда без остановки;

6) посадка в вагон и выход из него осуществляется только со стороны перрона или посадочной платформы;

7) во время движения поезда нельзя открывать наружные двери тамбура, стоять на подножках и переходных площадках, высовываться из вагонов;

8) заняв свое место в вагоне, полезно ознакомиться со схемой эвакуации при чрезвычайной ситуации;

9) недопустимо загромождать двери в купе.

Библиографический список

1. Безопасность жизнедеятельности: учебник/Под ред. Э.А. Арустамова. - М.: Издательско- торговая корпорация «Дашков и К'», 2006.

2. Петров С.В., Макашев В.А. Опасные ситуации техногенного характера и защита от них. - М.: ЭНАС, 2008.

3. Инструкция о порядке расследования и учета нарушений безопасности движения на промышленном железнодорожном транспорте, 2000.

4. http://press.rzd.ru/isvp/public/press?STRUCTURE_ID=654&layer_id=4069&refererVpId=1&refererPageId=704&refererLayerId=4065&id=74145

5. <http://www.belkmk.narod.ru/ironroad.htm>.

УДК 622.6

ГЕНЕТИЧЕСКИ МОДИФИЦИРОВАННЫЕ ПРОДУКТЫ – ДОБРО И ЗЛО?

Милова А.О.

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Коротких Н.К.,
к.т.н., профессор Коротких И.К**

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Генетически модифицированные продукты – полезны или вредны? Информации о них немало – преимущественно со знаком минус. Пищу, выведенную с помощью современных технологий, обвиняют в ухудшении здоровья жителей нашей планеты. [1]

Некоторые учёные считают, что именно с трансгенами связан рост числа аллергических и даже онкологических заболеваний. На самом деле, ни одного подтверждённого научного исследования, указывающего на риск применения разрешённых генетически модифицированных продуктов сегодня нет. У генетически модифицированных растений есть плюсы!

Польза ГМО состоит в том, что растения, чьи генные характеристики изменены лабораторным путём, способны защитить себя от вирусов, грибковых заболеваний, бактерий, насекомых и сорняков, результате чего повышается урожайность. Выведены ГМ-овощи и фрукты, способные переносить заморозки и долго храниться. Это расширяет зону агрокультуры. Некоторые виды деревьев выведены специально для уничтожения заражения почвы тяжёлыми металлами.

Медики считают, что влияние генетически модифицированных продуктов на человека станет явным через 50 лет, когда сменится как минимум одно поколение людей, вскормленное трансгенной едой. Продукты, содержащие трансгены – это в основном соя, картофель и кукуруза. Есть генетически модифицированные овощи и фрукты, полуфабрикаты, мясо, рыба и даже чипсы. По вкусу ГМ – продукты не отличаются от природных аналогов. Но они всегда дешевле. Большая часть таких продуктов попадает к нам из США и Аргентины. В России выращивание генетически модифицированных растений запрещено, а все продукты, содержащие трансгены, по требованиям ГОСТА, должны быть промаркированы. Но не всегда производители это делают. Чаще всего неучтённым ингредиентом оказывается соя.

Ежегодно на российский рынок поступает свыше 500 тысяч тонн продуктов из генетически модифицированных организмов, это составляет, по мнению некоторых экспертов, до 70 % импортного продовольствия. Около 60 % продаваемых в мире соевых бобов – трансгенные. Учитывая, что соевая мука добавляется при изготовлении шоколада, колбас, детского питания, майонезов и др., перечень продуктов с использованием генетически модифицированных организмов весьма широк.

Трансгенными могут называться те виды растений, в которых успешно функционирует ген (или гены) пересаженные из других видов растений или животных. Делается это для того, чтобы растение реципиент получило новые удобные для человека свойства, повышенную устойчивость к вирусам, к гербицидам, к вредителям и болезням. Пищевые продукты, полученные из таких генетически изменённых культур, могут иметь улучшенные вкусовые качества, лучше выглядеть и дольше храниться. Также часто такие растения дают более богатый и стабильный урожай, чем их природные аналоги.

Что такое генетически изменённый продукт? Это когда выведенный в лаборатории ген одного организма пересаживается в клетку другого. Вот пример из американской практики: чтобы помидоры и клубника были морозоустойчивее, им «вживляют» гены северных рыб; чтобы кукурузу не пожирали вредители, ей могут «привить» очень активный ген, полученный из яда змеи; чтобы скот быстрее набирал вес, ему вкалывают изменённый гормон роста; чтобы соя не боялась гербицидов, в неё внедряют гены петунии, а также некоторых бактерий и вирусов. Соя – один из основных компонентов многих

кормов для животных и почти 60 % продуктов питания.

На данный момент в России зарегистрировано множество видов продуктов из модифицированной сои, среди которых присутствуют сухие заменители молока, 32 наименования концентратов соевого белка, 7 видов соевой муки, 8 видов соевых белковых продуктов, комплексные пищевые добавки и специальные продукты для спортсменов. [2]

На сегодняшний день учёные умеют заставить нужный ген встроиться в структуру ДНК, однако не могут проконтролировать, в каком именно участке хромосомы произойдёт вставка. Сами хромосомы по своей структуре неоднородны. Есть участки, где гены работают (с них считывается информация), а есть и другие, где гены молчат (гетерохроматиновые области). Если ген встраивается именно в такие области, то результата нет. [3]

С начала девяностых генетически модифицированные культуры распространяются по Земле, занимая значительные массивы площадей в Китае, США, Канаде, Аргентине. Резкий рост урожайности, устойчивости против болезней и вредителей позволили накормить миллиарды человек в Китае и многих других странах.

Лаборатории не устают рапортовать, что эти продукты не являются аллергенами, не влияют на иммунитет. Однако не всё так просто. Недаром Китай запретил потребление генетически модифицированных продуктов внутри страны, хотя продолжает производить их на экспорт. В России на огромных заброшенных пашнях можно с успехом выращивать обычные, экологически чистые продукты, что может принести прибыль в 30 раз большую, чем продвижение ГМП.

В Новокузнецке лаборатории, которая бы проводила исследования на наличие генетически модифицированных источников, нет, но работа по их выявлению, а следовательно, и забота о здоровье новокузнецчан, ведётся. Все отобранные специалистами пробы отправляются в Кемерово. По результатам проведённых исследований в 2005 году из 38 взятых на анализ образцов продуктов было выявлено пять проб с наличием генетически модифицированных источников (мясные продукты). В 2006 и 2007 годах было сделано соответственно 101 и 111 проб. Запрещённых к использованию на территории России трансгенных источников в них не обнаружено. В настоящее время в Российской Федерации прошли полный цикл исследования 17 видов ГМ-культур. Разрешены для использования 12 видов пищевой продукции растительного происхождения, полученных с применением генной инженерии. Это шесть сортов кукурузы, четыре сорта картофеля, один сорт сахарной свеклы, один сорт риса, а также пять видов ГМ-микроорганизмов. Реестр предприятий, использующих в технологии производства аналогии ГМО, составлен в 2005 – 2006 годах. В Кемеровской области таких предприятий 322. Преимущественно это производители различных колбас, мясных полуфабрикатов, цеха по переработке жировых продуктов (масла, майонезы). На территории Новокузнецка и Новокузнецкого района подобных фирм порядка полутора десятков.

Генетически модифицированные продукты, содержащие 0,9 и более процентов генетически модифицированных компонентов, в обязательном

порядке должны иметь соответствующую маркировку на этикетке. Производитель какого-либо продукта должен разместить на своей продукции круглые бледно-зелёные наклейки с лозунгом «Не содержит ГМО!». Таким образом, потребители получают достоверную информацию о технологии производства, качестве и безопасности продуктов питания, полученных из ГМ-источников.

Осуществлять надзор за генетически модифицированными продуктами доверено Научно-исследовательскому институту питания РАМН, а также учредителям-соисполнителям: Институту вакцин и сывороток им. И.И. Мечникова РАМН, Московскому научно-исследовательскому институту гигиены им. Ф.Ф.Эрисмана Минздрава России.

Библиографический список

1. Генетически модифицированные продукты: «Опасно или нет». Закревский В.В.
2. Какие продукты содержат ГМО. www.esorgavo.ru.
3. Биология. Справочное пособие. Маклакова А.С, Каменский А.А.

УДК 622.6

ДИОКСИН – СУПЕРЭКОТОКСИКАНТ XXI ВЕКА

Злобина А.О.

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Коротких Н.К.,
к.т.н., профессор Коротких И.К**

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В середине 50-х годов в продуктах химических производств были найдены чуждые живым организмам вещества, которые сегодня объединяются одним названием – диоксины.

Диоксин – тотальный яд, поскольку даже в относительно малых дозах (концентрациях) он поражает практически все формы живой материи – от бактерий до теплокровных. Токсичность диоксина в случае простейших организмов обусловлена, по-видимому, нарушением функций металлоферментов, с которыми он образует прочные комплексы. Значительно сложнее происходит поражение диоксином высших организмов, особенно теплокровных и, прежде всего – человека.

В организме теплокровных диоксин первоначально попадает в жировые ткани, а затем перераспределяется, накапливаясь преимущественно в печени, затем и в других органах. Его разрушение в организме незначительно: он выводится в основном неизменным, в виде комплексов неустановленной пока природы.

Диоксины – универсальные яды, поражающие все живое даже в ничтожных концентрациях. По уровню токсичности они превосходят убийственные отравы, но при этом не разлагаются в окружающей среде десятки лет, накапливаются в верхнем слое почвы и попадают в организм человека в

основном с пищей, водой и воздухом. Причем для диоксинов не существует «порога действия»: даже одна молекула способна спровоцировать ненормальную клеточную деятельность и вызвать цепь реакций, нарушающих функции организма.

В литературе встречаются различные названия этого вещества – супертоксианты [1], суперэкотоксианты [2], экологи дали им страшное имя «ксенобиотики» – враги жизни. Они исподволь влияют на клетки, ответственные за работу гормональных систем. Возрастает риск развития диабета, нарушается половое созревание. А у потомков хилого диоксинового племени проявляется весь набор врожденных уродств: «сучье вымя, конская стопа, волчья пасть и заячья губа». Организм теряет сопротивляемость инфекциям, множатся аллергические реакции и онкологические заболевания.

Но наиболее опасны диоксины для молодого, развивающегося организма на стадии формирования. Это означает, что, производя диоксины, мы не столько отравляем себя, сколько убиваем будущее своей нации. Вот почему ученые во всем мире уже давно высказывают опасение, что диоксиновая проблема несравненно более опасна для человечества, чем даже проблема СПИДа.

В биосфере диоксин быстро поглощается растениями, сорбируется почвой и различными материалами, где практически не изменяется под влиянием физических, химических и биологических факторов среды. Благодаря способности к образованию комплексов, он прочно связывается с органическими веществами почвы, купируется в остатках погибших почвенных микроорганизмов и омертвевших частях растений. Период полураспада диоксина в природе превышает 10 лет.

В нашей стране один из важнейших источников диоксинов – это деятельность предприятий, где хлор занял место в технологической цепи – химических, целлюлозно-бумажных, металлургических. Именно они вызвали серьезные загрязнения окружающей среды во многих регионах, в том числе и отдаленных от места расположения источника. Они же служат первопричиной диоксинового загрязнения мясомолочных продуктов питания, равно как и молока кормящих матерей.

Что касается еды, то чем жирнее блюда, украшающие стол, тем больше вероятность, что диоксины «поселятся» в теле. Из учебника химии можно узнать, что семейство диоксинов и их ближайшие родственники хорошо растворяются в жире и совсем не любят воду. В растительных жирах диоксинов практически нет, так как растения не способны усваивать липофильные вещества. По российским нормам, допустимая суточная доза диоксинов для мужчины, весящего 70 кг, – 700 пкг. Диоксины содержатся также в молоке, сливочном масле, мясе – везде, где присутствуют животные жиры. [3]

Необходимо мясо перед приготовлением слегка отваривать, сливая отвар. В яйцах предпочитать белок. Лоис Мари Гиббс пишет в книге «Правда о диоксидах»: «На индивидуальном уровне полезно меньше употреблять в пищу животных жиров. Обезжиренное молоко лучше цельного, постное мясо лучше жирного, птицу лучше есть без кожицы. Но для отдельного человека невозможно полностью устранить попадание диоксинов в пищу и навсегда

исключить эти опасные соединения из нашей жизни. Для этого общество должно принять меры для прекращения их выброса. [4]

Хлор, который используют при обеззараживании воды, сам несет диоксины (в основном фураны). Выпив 2 – 3 литра воды, человек поглощает 60 пкг диоксинов. Во всем мире развернулась кампания по полному запрещению хлора и его органических производных. В России же хлорирование питьевой воды используется «в качестве по существу единственного способа дезинфекции». [5]

Представляется, что единственный путь решения проблемы – это тот, на который встали развитые страны мира: создание сети станций контроля диоксинового фона окружающей среды (организация мониторинга диоксиновых загрязнений); выявление источников генерации диоксинов в самом регионе и источников их поступления извне; организация мер, направленных на устранение источников (изменение технологий, очистка зараженной местности, пресечение потока продукции, содержащей диоксины и т.д.). Америка и развитые страны Европы, в полной мере осознавшие возникшую опасность, реализуют эту программу, и достаточно давно. [9]

Очевидно, что и российское государство намеренно обратиться к мировому опыту: 14 февраля 2000 года Правительством Российской Федерации было принято постановление N 128 «Об утверждении Положения о предоставлении информации о состоянии окружающей природной среды, ее загрязнении и чрезвычайных ситуациях техногенного характера, которые оказали, оказывают, могут оказать негативное воздействие на окружающую природную среду», предусматривающим, в числе прочего, ведение в России Единого государственного фонда данных о состоянии окружающей природной среды, ее загрязнении.

Следует отметить большое участие в разрешении рассматриваемой проблемы негосударственных организаций и фондов, таких как «Гринпис» и Союза «За химическую безопасность».

Библиографический список

1. Диоксины-супертоксиканты XXI века Румак В.С, Поздняков С.П., Умнова Н.В. и др., Москва, 1998
2. Бюллетень «За химическую Безопасность», Сообщения UCS-INFO.506, 25 октября 1999 г.; UCS-INFO.550, 13 января 2000 г.; UCS-INFO.568, 15 февраля 2000 г.; UCS-INFO.554, 27 января 2000г.; UCS-INFO.559, 01 февраля 2000 г.
3. Агентство Волжской Экологической информации 13 (35) 1998 г. СПЕЦВЫПУСК ДИОКСИНЫ И МЫ
4. Гибс Л.М. Правда о диоксидах. Иркутск, 1998 г.
5. Необъявленная химическая война в России. Политика против экологии, Федоров Л.А., Москва, 1995 г.
6. Рязанские ведомости 29 декабря 1999 г.

УРБАНИЗАЦИЯ И ЭКОЛОГИЯ

Бедарев В.А.

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Коротких Н.К.,
к.т.н., профессор Коротких И.К.**

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Одной из наиболее характерных особенностей развития современного общества является быстрый рост городов, непрерывный темп увеличения численности их жителей, увеличение роли городов в жизни общества, преобразование сельской местности в городскую, а также миграция сельского населения в города.

Актуальность данной темы заключается в следующем:

- большинство граждан мира рождаются горожанами;
- в начале третьего тысячелетия в городах проживает пять с половиной миллиардов из семи миллиардов людей;
- урбанизация влияет на экологическое состояние окружающей среды.

Понятие экологии и урбанизации

Экология – наука о закономерностях взаимоотношений организмов, видов и сообществ со средой обитания, рассматриваемая как раздел биологии (биоэкология), а в современном понимании (глобальная экология) – комплексная научная дисциплина о взаимоотношениях человека, природы и общества.

Одной из наиболее характерных особенностей развития современного общества является быстрый рост городов и непрерывный темп увеличения численности их жителей, то есть идет урбанизация. Она, по-видимому, влечет за собой самые значительные социальные преобразования в истории человечества.

Урбанизация (от лат. urbanus – городской) – это процесс повышения роли городов в развитии общества. Особые городские отношения охватывают социально-профессиональную и демографическую структуру населения, его образ жизни, размещение производства и расселение.

Предпосылки урбанизации

Предпосылками урбанизации являются: рост индустрии, углубление территориального разделения труда, развитие культурных и политических функций городов.

Для урбанизации характерны приток в города сельского населения и возрастающее маятниковое движение людей из сельского окружения и ближайших мелких городов в крупные (на работу, по культурным и бытовым потребностям).

Города существовали с глубокой древности, однако урбанистическая цивилизация возникла лишь в нашем столетии. Если население планеты в целом удваивается за 35 лет, то городское население – за 11 лет. Причем

крупнейшие центры растут вдвое быстрее небольших городов.

В начале XIX века в городах мира проживало лишь 29,3 млн. человек (3 % населения Земли); к 1900 г. – 224,4 млн. (13,6 %); к 1950 г. – 729 млн. (28,8 %); а к 1980 – 1821 млн. (41,1 %). Можно сказать, что теперь большинство граждан мира рождаются горожанами. Доля городского населения в Европе составляет 69 %, в Азии – 38 %, в Африке – 20 %, в Северной Америке – 75 %, Латинской Америке – 65 %, в Австралии и Океании – 76 %. Особенно велика доля городского населения в развитых странах: в США – около 73 %, во Франции – 78 %, в Германии – около 85 %, в Великобритании – 91 %. Страна считается почти полностью урбанизированной, если 4/5 ее населения проживает в городах. Примером является Великобритания, в которой на протяжении 35 лет наблюдается относительная стабильность городского и сельского населения. В то же время в Африке и Азии процессы урбанизации в настоящее время особенно динамичны, что связано с быстрым развитием государств этих континентов. В развивающихся странах процесс урбанизации характеризуется не только темпами, но и неоднородностью – стремительный рост самых больших городов происходит при умеренном росте средних и стагнации мелких. Именно в крупные центры устремляются мигрирующие потоки из села, потому что только такие города обладают необходимой инфраструктурой для нового промышленного строительства.

При нынешних темпах рождаемости к середине нынешнего тысячелетия из прогнозируемой общей численности мирового населения в 7 млрд. 5,5 будут жить в городах. Идет формирование сплошного урбанистического мира. Некоторые городские агломерации давно приобрели гипертрофированные размеры – стали мегаполисами. Например, к 1960 г. в Мехико уже проживало около 25 % населения Мексики, в Буэнос-Айресе – почти 30 % населения Аргентины, а в Монтевидео – более половины населения Уругвая. По демографическим прогнозам, к 2000 году большая часть населения США будет жить в трех мегаполисах: в городе, состоящем из Сан-Франциско и Сан-Диего (около 20 млн человек); в городе, в который объединят Чикаго и Питтсбург (около 20 млн.), и в городе, объединяющем Бостон, Нью-Йорк и Вашингтон (около 80 млн.). Последний мегаполис будет представлять собой полосу сплошной восьмисоткилометровой застройки, футурологи предрекают, что такого рода конгломераты займут обширные площади материков и в первую очередь их береговую линию.

Действие антропогенных факторов на природу и человека

В крупных городах переплелись как положительные, так и отрицательные стороны научно-технического прогресса и индустриализации. Создана новая экологическая среда с высокой концентрацией антропогенных факторов. Одни из них, такие как загрязнение атмосферного воздуха, высокий уровень шума, электромагнитные излучения, являются непосредственным продуктом индустриализации, другие, такие как сосредоточение предприятий на ограниченной территории, высокая плотность населения, миграционные процессы и т.д. – следствие урбанизации как формы расселения.

Здоровье людей в значительной мере зависит от качества как природной,

так и антропогенной среды. В условиях большого города влияние на человека природного компонента ослаблено, а действие антропогенных факторов резко усилено. Города, в которых на сравнительно небольших территориях концентрируется большое количество людей, автотранспорта и различных предприятий, являются центрами техногенного воздействия на природу. Газовые и пылевые выбросы промышленных предприятий, сброс ими в окружающие водоемы сточных вод, коммунальные и бытовые отходы крупного города загрязняют окружающую среду разнообразными химическими элементами. В большинстве промышленных пылей и отходов содержание таких элементов, как ртуть, свинец, кадмий, цинк, олово, медь, вольфрам, сурьма, висмут и др., в сотни, тысячи и десятки тысяч раз выше, чем в природных почвах. Вокруг Мончегорска почвы загрязнены никелем и кобальтом с превышением предельно допустимых концентраций (ПДК) более чем в 10 раз, а вокруг Братска, Новокузнецка, Волгограда и Красноярска – фтором с превышением ПДК в 10 – 30 раз.

Атмосферный путь поступления токсичных веществ в организм человека является ведущим, так как в течение суток он потребляет около 15 кг воздуха, 2,5 кг воды и примерно 1,5 кг пищи, кроме того, при ингаляции химические элементы поглощаются организмом наиболее интенсивно. Так, свинец, поступающий с воздухом, абсорбируется кровью приблизительно на 60 %, тогда как поступающий с водой – на 10 %, а с пищей – лишь на 5 %. Загрязнением атмосферы обусловлено до 30 % общих заболеваний населения промышленных центров. По данным, содержащимся в Государственном докладе о состоянии природы России (1991 г.), только 15 % горожан проживает на территории с допустимым уровнем загрязнения воздуха. В связи с развитием в городах различных видов промышленности, в особенности химической, в атмосферу выбрасывается все большее количество вредных веществ. Так, в продукции и выбросах химических предприятий Уфы, Щелково, Ногинска, Чапаевска, Дзержинска, в золе мусоросжигающих предприятий Москвы, Мурманска, а также ряда других городов установлено повышенное содержание вредных для здоровья диоксинов.

Отмечено разнонаправленное действие факторов различной интенсивности на человека. Так, большая степень загрязнения воздуха вызывает замедление процессов роста и развития, нарастание дисгармоничности за счет повышения жировотложения, а малые концентрации вредных веществ активируют процессы акселерации. Сравнение антропометрических данных у детей показало, что рост, масса тела и окружность грудной клетки в районе с загрязненным воздухом больше, чем в районах с меньшей степенью загрязнения. Такое явление свидетельствует о возможной стимуляции физического развития воздействием неблагоприятных внешних факторов малой интенсивности (рост и масса тела наибольших величин достигают в районах со средней степенью загрязнения). Однако такое ускорение физического развития сопровождается заметным ослаблением эффективности сердечно-сосудистой системы.

Обнаружена взаимосвязь содержания токсических веществ в крови, моче, волосах и других тканях людей со степенью их вредного действия на организм.

Концентрация вещества в тканях и выделениях служит показателем степени неблагоприятного влияния на организм. Выявлены зависимости между уровнями кадмия и свинца в волосах школьников и их умственным развитием. Самый распространенный из токсичных тяжелых металлов – свинец, так как он входит в состав бензина. Переносимые по воздуху никель, кадмий, бериллий и ртуть относительно редки, но в некоторых районах они представляют собой серьезную угрозу. Причем особенно опасно то, что накопление этих металлов в организме начинается с уровня загрязнения, значительно меньшего ПДК.

Вода

Одна из особо острых проблем большого города – вода. Исторически развитие человечества связано с водоснабжением – человек начал вести оседлый образ жизни именно возле воды. В последнее время большинство крупных городов испытывают постоянно нарастающие трудности с водоснабжением. Хотя для удовлетворения жизненных потребностей человека достаточно 5 л воды, ему ее требуется значительно больше: только для нужд личной гигиены и бытовых потребностей необходимо расходовать не менее 40 – 50 л воды. Расход воды в городе составляет в среднем от 150 до 200 л, а в ряде промышленных центров – до 500 л в день на душу населения. В небольших городах вода используется в большей мере на бытовые нужды, тогда как в крупных центрах соотношение между количеством воды на промышленные и бытовые нужды прямо противоположное.

Несмотря на то, что потребление воды неуклонно увеличивается из-за роста населения Земли, главную угрозу представляет не это, а прогрессирующее загрязнение рек, озер и подземных вод. В конце XIX века чистота воды представляла частную проблему здравоохранения. Тифы, эпидемические колиты и дизентерия, вызванные бактериями, передающимися через воду, заключается в том, что они обладают высокой биологической активностью и участвуют во многих процессах жизнедеятельности: белковом, жировом, углеводном, витаминном, минеральном обмене, газо- и теплообмене, тканевой проницаемости, клеточном делении, костеобразовании, кроветворении, росте, размножении, иммунобиологических реакциях. Воздействие микроэлементов на обмен веществ тесно связано с их влиянием на активность ферментов, часть микроэлементов входит в структуру гормонов и витаминов.

Загрязнение воды стало предметом интенсивного изучения, так как количество людей, страдающих болезнями, передающимися через загрязненную воду, исчисляется миллионами.

Заключение

Урбанизация неоднозначно действует на человеческое общество: с одной стороны, город предоставляет человеку ряд общественно-экономических, социально-бытовых и культурных преимуществ, что положительно сказывается на его интеллектуальном развитии, дает возможность для лучшей реализации профессиональных и творческих способностей, с другой – человек отдаляется от природы и попадает в среду с вредными воздействиями – загрязненным воздухом, шумом и вибрацией, ограниченной жилплощадью, усложненной

системой снабжения, зависимостью от транспорта, постоянным вынужденным общением со множеством незнакомых людей – все это неблагоприятно сказывается на его физическом и психическом здоровье.

Положение усугубляется тем, что города-гиганты развивались стихийно и, как правило, без учета биологических потребностей и психологических особенностей человека. Современный большой город с его громадными прямоугольными зданиями из стекла и бетона, вдоль и поперек пересеченный транспортными магистралями с бесконечным потоком автомобилей, изрыгающих из своих недр удушающие выхлопные газы, ограниченными возможностями пешего передвижения, непрерывным шумом и бесконечной сутолокой подавляет биологическую природу человека, лишает необходимой физической нагрузки, угнетает его психику. Уставший житель города, с присущей ему повышенной раздражительностью, немотивированной озабоченностью, общей вялостью, ищет освобождения от этого состояния на лоне природы, в кино, театрах или у телеэкранов, в чтении литературы или других подобных занятиях, но это не дает желаемого результата. Усталость накапливается и реализуется в нарушении тех или иных функций организма.

Проблемы, связанные с урбанизацией, необходимо решать не отдельными частными мероприятиями, изыскивая скороспелые и малоэффективные решения, а разработав комплекс взаимосвязанных социальных, экологических, технических и других мер. Во всех случаях человек и окружающая среда должны рассматриваться как единое целое.

Библиографический список

1. Агаджанян Н. Экология человека [Текст]: учеб. пособие. / Агаджанян Н.А., Торшин В.И., М.: ИНФРА-М, 1994.
2. Данилевский А. Общая биология: учебник [Текст]: учеб. пособие. / Данилевский А.С., Полянский Ю.И., М.: Кнорус, 1998. - 320 С.
3. Реймс Н.Ф. Экология. Теория, законы, правила, принципы и гипотезы [Текст]: учеб. пособие. / Реймс Н.Ф., М.: ЭКСМО, 1994.-208 С.

УДК 622.6

РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Тертова Е.Н.

Научный руководитель: доцент Кабанова Г.М.

Сибирский государственный университет

г. Новокузнецк

Современные методы борьбы с пылью на горных предприятиях включают предупреждение пылеобразования, пылеподавление и пылеулавливание. При невозможности полного исключения пылеобразования наряду с пылеулавливанием на горных предприятиях при различных технологических процессах широко используется пылеподавление пыли в

атмосфере (коагуляция) и ее осаждение непосредственно в местах пылеобразования, а также обеспыливающая (искусственная) вентиляция – разжижение и удаление пылевого облака из атмосферы.

Можно выделить четыре направления борьбы с пылью на горных предприятиях: организационные, технологические, технические и биологические.

Организационные способы направлены на оптимизацию производственных процессов, связанных с режимом ведения горных работ, и имеющие в своем составе технологическую и природную составляющие.

Технологические способы пылеподавления представляют собой мероприятия по рационализации технологии и процессов, модернизации средств труда и применению новой техники.

Технические способы пылеподавления, прежде всего, связаны с применением технических средств, снижающих пылеобразование и пылевыделение, и подавляющих пылевыделение.

Для борьбы с пылью при БВР применяются следующие мероприятия:

- 1) орошение (связывание отложившейся пыли) поверхности выработок перед взрыванием зарядов ВВ в шпурах;
- 2) водяные завесы: создаваемые взрыванием зарядов ВВ в полиэтиленовых мешках с водой или форсунками;
- 3) гидрозабойка шпуров;
- 4) обеспыливающее проветривание выработок.

Общий контроль за выполнением противопылевых мероприятий и составлением средств борьбы с пылью на шахте, и организация контроля запыленности воздуха в подземных выработках возлагается на участок ВТБ.

В горнодобывающей промышленности одним из основных – классических – способов борьбы с пылью является орошение водой. Орошаются непосредственно очаги пылеобразования (забои, пункты пересыпа и др.). Применяются также, практически повсеместно, оросительные завесы в горных выработках, которые помимо функционального назначения создают ряд неудобств: обводнение горных выработок, область их применения ограничена только положительной температурой воздуха. Их недостатком является также значительный расход воды и локальность действия.

Изоляция пылепроизводящего оборудования – очень эффективный, хотя и несколько затратный по капитальным вложениям способ, эксплуатации он очень дешев. Существует множество решений пылезащиты грохотов, питателей, бункеров, дробилок и другого «пылящего» оборудования.

Для этого используются специальные тканые материалы, резиновые полотна и пленки, изолирующие пылящие устройства от окружающей пространства, где последние расположены. Полотна крепятся над пылящими поверхностями или изолируют пылящие отверстия оборудования. Для эффективной защиты применяют различные герметичные уплотнения. Например, стойкую к вибрации пылеуплотнительную эластичную резину. Крепление осуществляется специальными зажимами, которые позволяют сделать крышки легко снимаемыми. Ко всему прочему такие пылеуплотнительные системы значительно снижают шум и расход воздуха

пылеуловительных вытяжных систем.

Еще одним решением может быть установка в дробилке на выходе (на разгрузке готового материала из «штанов» камеры измельчения) специальных устройств, аналогичных дозаторам сыпучих материалов (типа «мигалок», «объемных дозаторов» и пр.). То есть они запирают камеру измельчения и порционно выгружают из нее измельченный материал, препятствуя интенсивному выходу воздуха с пылевидными фракциями. Данный способ эффективно применим только для мельниц, то есть в случае, когда готовый продукт меньше 5 мм. В случае применения его, например, в дробилках при производстве щебня, возможно заклинивание дозатора крупным куском.

Самым затратным по капитальным вложениям и операционным затратам на эксплуатацию (электропотребление и стоимость фильтров) является создание системы аспирации с установкой улавливающих циклонов и фильтров, то есть системы, которая производит отсос пыли из мест ее образования.

В заключении данного обзора работы можно сделать следующие выводы:

1) Интенсивность пылевыделения при технологических процессах на карьерах определяется направлением процессов массообмена в системе «атмосфера – горный массив» и экспоненциально зависит от величины изменения влагосодержания Δd в единицу времени.

2) Наиболее интенсивно пылеподавление при отрицательной температуре воздуха происходит в процессе конденсации пара и снегообразования, ядрами кристаллизации в которых являются твердые частицы аэрозоля (пыль), что позволяет использовать эффекты фазовых переходов влаги в системах пылеподавления.

3) Конденсация пара в объеме пылевого аэрозоля эффективна при пылеподавлении в теплый и холодный период года, но требует значительных затрат энергии при минимальных удельных расходах воды; процессы снегообразования при диспергировании воды в потоке холодного воздуха с пылевым аэрозолем происходят без дополнительных затрат энергии, но определяются случайными природными факторами и происходят при значительных расстояниях полета капель (более 6 – 10 м) в зависимости от их размера.

4) Снегогенерирующие устройства на базе пневмогидравлических форсунок обеспечивают устойчивое снегообразование при околонулевой и отрицательной температурах атмосферного воздуха на расстоянии от 0,5 м до сопла форсунки и направленное движение струи конусообразной формы с углом раскрытия 10 – 15° на расстоянии до 7 – 10 м.

5) Устройства, использующие фазовые переходы влаги для пылеподавления источников пылеобразования на карьерах могут эффективно работать в холодный и теплый периоды года при минимальных расходах воды и энергии, обеспечивая на 90 – 95 % снижение запыленности воздуха.

6) Техничко-экономическая оценка передвижных снего- и парогенерирующих установок для борьбы с пылью при различных технологических процессах на карьерах свидетельствует о целесообразности их применения и возможности их действия в автономном и полуавтономном

режимах; при этом удельные затраты на снегообразование составляют около 300 рублей на 1 м³ снега.

Библиографический список

1. www.yandex.ru Статья «Профессиональные заболевания машинистов экскаваторов и др., работающих при добыче угля открытым способом» по ред. В.В. Захаренков, А.М. Олещенко, А.П. Михайлуц.
2. Предотвращение выбросов угля и газа с помощью щелевой разгрузки / Николин В.И., Александров С.Н., Яйло В.В., Фридман Г.М. – Киев: Техника, 1992. – 150 с.
3. www.google.ru
4. www.mail.ru
5. Журналы «Уголь».

УДК 622.6

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ УТИЛИЗАЦИИ МЕДИЦИНСКИХ ОТХОДОВ

Кашина Ю.Ю.

Научный руководитель: доцент Кабанова Г.М.

Сибирский государственный университет

г. Новокузнецк

Проблема защиты окружающей среды – одна из важнейших задач современности. Выбросы отходов медицинских учреждений в атмосферу, водоемы и недра на современном этапе развития науки и техники достигли таких размеров, что в ряде районов, особенно в крупных промышленных центрах, уровни загрязнений в несколько раз превышают допустимые санитарные нормы.

Медицинские отходы – это все те отходы, что появляется в больницах, диспансерах, хосписах, НИИ медицины, поликлиниках, учебных заведениях медицинского профиля, аптеках, оздоровительных и санитарно-профилактических учреждениях, судебно-медицинских и др. лабораториях, на станциях скорой помощи и переливания крови ветлечебницах.

Одна из причин возникновения внутрибольничных инфекций – это обычная вентиляция, через которую может проникать не только свежий воздух, но и дым с горячей свалки медицинских отходов, хорошо сдобренный патогенной микрофлорой, возбудителями опасных инфекций, которые мгновенно распространяются на десятки километров вокруг. Не спасет утилизацию медицинских отходов и через захоронения в землю. Смертельные микроорганизмы вымываются грунтовыми водами, а когда органика, из которой состоит основная доля медицинских отходов, начинает гнить и разлагаться, то опасные микроорганизмы попадают на поверхность выделяемыми при этом газами.

Сегодня во всем цивилизованном мире медицинские отходы подлежат

уничтожению только высокотемпературным термическим способом. Никому в голову там и придти не может мысль о вторичной переработке медицинских отходов, как это происходит сейчас в России легально. На широкую ногу поставлена скупка медицинских отходов из пластика: использованных шприцев, капельниц, рентгеновских плёнок и т.д. с целью добычи пластика и серебра.

Использование отходов в качестве вторичного сырья допускается только с учетом противоэпидемических мер по согласованию с соответствующим Центром Государственного санитарно-эпидемиологического надзора. Тщательное разделение отходов в местах образования создает определенные предпосылки для эффективного вторичного использования отходов.

Необходимо помнить, что термины «переработка отходов» и «уничтожение отходов» не идентичны, хотя нередко используются как синонимы:

– под переработкой принято понимать процесс изменения (физическими, химическими или термическими методами) тех свойств материала, из-за которых он считается опасным и требует радикального подхода.

– уничтожение подразумевает практически полную ликвидацию переработанных, обезвреженных или не подвергавшихся обработке отходов, например, их сжигание в специальных установках.

Методы обработки отходов здравоохранения можно разделить на две группы.

1) Ликвидационные методы:

- захоронение (на специальном полигоне, без обеззараживания);
- обеззараживание химическими или физическими методами и складирование на полигонах ТБО;
- сжигание с последующим захоронением остатков от сжигания;

2) Утилизационные методы (повторное использование и использование в качестве вторичного сырья):

- люминесцентных ламп, термометров;
- фиксажного раствора, проявителя, рентгеновской пленки;
- полимерных одноразовых изделий;
- металлических изделий;
- пищевых отходов;
- бумаги, картона;

Утилизационные методы, помимо экономических целей, направлены на ограничение неблагоприятного влияния деятельности человека на окружающую среду.

В России за утилизацию медицинских отходов отвечает тот, кто его производит – персонал медицинских учреждений. В соответствии СанПиН 2.1.7.728-99, медицинские отходы следует собирать и сортировать, опасные и особо опасные – предварительно дезинфицировать и уничтожать в специальных установках термическим способом. Но очень часто медицинские отходы оказываются на обычных свалках, угрожая жизни и здоровью людей.

Экологическая ситуация вызывает необходимость оценивать последствия любой деятельности, связанной вмешательством в природную среду. Необходима экологическая экспертиза всех проектов человеческой деятельности.

Медицинские отходы это источник поступления вредных химических, биологических и химико-биологических препаратов и элементов в окружающую природную среду.

Эти виды отходов являются источником угрозы для всех, кто с ними соприкасается. Опасность связана с возможностью выхода инфекций за пределы лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ). В группу риска попадает персонал ЛПУ, пациенты и лица, ответственные за транспортировку и последующее обезвреживание отходов. Одной из самых острых проблем является проблема несанкционированного захоронения медицинских отходов.

В России ежегодно образуется около 1 млн. тонн медицинских отходов, что составляет порядка 2 % от общего количества отходов потребления. При этом 10 – 15 % шприцов, игл и одноразовых инструментов представляют серьезную эпидемиологическую опасность. Особое внимание вызывает та категория отходов, захоронение которых на городских свалках недопустимо или крайне нежелательно. К таким отходам относятся отходы медицинских организаций (хирургия, стоматология, инфекционные отделения и др.), отходы научно-исследовательских учреждений. В основном без должной технологии утилизации на свалки сбрасываются одноразовые простыни, салфетки, шприцы, гинекологические зеркала, аппараты переливания крови, посуда. В медицинских учреждениях не хватает одноразовой тары для упаковки отходов, контейнеров, помещений для хранения и транспорта для перевозки.

В последние десятилетия актуальность проблемы внутрибольничных инфекций возрастает во всем мире, в том числе и в нашей стране. ВБИ возникают у 6 – 7 % больных.

По данным официальной статистики, ежегодно, в общем по России, регистрируются от 50 до 60 тыс. случаев внутрибольничного инфицирования, однако по расчетным данным, эта цифра в 40 – 50 раз выше.

Комплексное решение проблемы по созданию в лечебно-профилактическом учреждении целостной системы сбора, транспортировки и утилизации отходов должно предусматривать ряд основных организационных аспектов: правильную организацию мест первичного сбора в отделения; продуманный комплекс упаковочной тары, определение потребности в ней в зависимости от профиля лечебно-диагностических отделений и характера собираемых отходов, надежные методы ее герметизации, эпидемиологически безопасную транспортировку герметизированных пакетов с мест первичного сбора до мест их временного хранения. Места сбора отходов, должны быть максимально удобны для работы персонала, обеспечивать простоту и надежность соблюдения правил противозидемического режима.

Мировая практика решения проблемы обеспечения безопасности при иммунизации предлагает новые подходы: использование неразборных самоблокирующихся шприцев, повторное применение которых технически невозможно, и герметичных одноразовых непрокальваемых контейнеров для

их сбора и транспортирования к месту утилизации; применение иглоотсекателей с интегрированными одноразовыми контейнерами для сбора игл; отказ от химического способа дезинфекции, применение метода автоклавирования; преимущественно централизованная система утилизации и переработки отходов.

Минимизация отходов может обеспечиваться за счет уменьшения веса и объема упаковочных материалов для медицинских изделий, приборов, устройств, за счет улучшения качества выпускаемых медицинских изделий

Разделение отходов в местах образования уменьшает опасности контакта персонала с опасными отходами, облегчает персоналу контроль возможных путей распространения инфекции.

Раздельный сбор ОРОЗ осуществляется непосредственно в местах образования этих отходов медицинским персоналом, прошедшим обучение правилам обращения с отходами здравоохранения под руководством имеющего соответствующий сертификат преподавателя. Раздельный сбор ОРОЗ осуществляется в специально предназначенные для этого, имеющие четкую маркировку, пакеты одноразового пользования, которые после наполнения помещаются в многоразовые, плотно закрываемые емкости, закрепленные в зажимах специальных транспортных тележек.

Загрязняя окружающую среду – почву, воду и воздух, медицинские отходы представляют большую потенциальную опасность для здоровья людей. Неблагоприятная экологическая обстановка в большом городе в свою очередь скажется на здоровье еще большего числа людей, включая и будущие поколения.

Библиографический список

1. <http://www.ecoline.ru/mc/books/man/>.
2. Хван Т.А. Промышленная экология / серия «Учебники, Учебные пособия» – Ростов на Дону: Феникс, 2003.

УДК 622.6

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ЭТАП РЕКУЛЬТИВАЦИИ УЧАСТКА НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ПРЕДЕЛАХ ГОРНОГО ОТВОДА ОАО «ЛУГОВОЕ»

Романенко Е.О., Худякова О.С.

Научный руководитель: доцент Кабанова Г.М.

*Сибирский государственный университет
г. Новокузнецк*

В пределах земельного отвода, отведенного ОАО «Луговое» согласно договору аренды №6602 от 18.03.08г., часть земель к настоящему времени рекультивирована и передана городу, часть только рекультивирована. На сегодняшний день предусматривается рекультивация части оставшихся нарушенных земель.

Цель данной работы: рассмотреть проведение биологического этапа рекультивации участка нарушенных земель, расположенных в пределах горного отвода ОАО «Луговое». Для этого необходимо решить следующие задачи:

- подготовка рекультивируемых земель к посеву многолетних трав;
- посев многолетних трав;
- посадка деревьев и кустарников;
- организация работ биологического этапа.

Участок рекультивации расположен в пределах горного отвода ОАО «Луговое». Шахтное поле расположено в центральной части Киселевского месторождения Кузнецкого бассейна. По административному делению поле находится в пределах городской черты г. Киселевска, достаточно близко к жилым и административным зданиям.

Климат района резко континентальный, с холодной продолжительной зимой и коротким, жарким летом. Снежный покров устанавливается обычно в конце октября и держится до начала мая.

Шахта занимает водораздельное пространство между речками Тугай на юге и Калзагай на севере. Речки питаются за счет стока поверхностных вод от атмосферных осадков.

В соответствии с положениями действующего ГОСТа 17.51.02-85 «Охрана природы. Земли» и на основании технических условий на проведение рекультивации принято лесохозяйственное направление. Выполнение биологического этапа рекультивации (лесотехнической) производится в соответствии с «Рекомендациями по созданию лесных насаждений на отвалах угольных разрезов Кузбасса».

Участок рекультивации состоит, в основном, из коренных пород, т.е. из смеси алевролитов и аргиллитов, поэтому есть необходимость предварительного нанесения ППП (потенциально-плодородные породы) на платообразную поверхность и откосы.

Весной при наступлении физической спелости (влажность 95 – 97 % НВ) на рекультивируемых участках предусмотрено внесение органо-минеральных удобрений. Для биологического этапа потребуется 3962,5 кг минеральных удобрений.

Заделка удобрений и рыхление грунтов на глубину до 0,1 м производится дисковой бороной. Прицепные дисковые Х-образные бороны рекомендуются для обработки плотных грунтов, т.к. обеспечивают качественное измельчение и перемешивание почвы и органических остатков.

Вслед за проходом дисковой бороны проводится обработка грунтов активной бороной, обеспечивающей создание ровной взрыхленной поверхности. Активная борона предназначена для предпосевной обработки почвы при возделывании многолетних трав.

За счет посева смеси многолетних трав происходит закрепление поверхности грунтов на откосах и платообразных поверхностях. Все полевые работы по предпосевной обработке грунтов и посев трав производятся комплексно с минимальным разрывом во времени. Посевной агрегат на поле движется вслед за активной бороной. Допускается 2 – 3 часовое запаздывание с

посевом после проведения предпосевной обработки. Посев смеси трав производится пневматической зернотравяной сеялкой.

При создании противэрозионного озеленения в виде плотного и прочного дернового слоя на платообразных поверхностях и покатых склонах:

– используются наиболее перспективные виды трав, эколого-биологические свойства которых соответствуют почвенно-климатическим условиям местности;

– травосмеси должны полностью покрывать поверхность почвы, быть стойкими к биологическому старению даже в позднем возрасте; проявлять минимальные требования к уходу, устойчивость к болезням и вредителям, достаточную зимо- и морозоустойчивость, способность самообновляться без помощи или с минимальным участием человека.

Люцерна гибридная (*Medicago media* Pers.) широко распространена в посевах многолетних трав Сибири. Ее характеризуют, как многолетнюю траву с мощной корневой системой и длительным периодом произрастания.

Кострец безостый (*Bromus inermis* Leys.) – долголетняя трава, пригодная для посева, как в чистом виде, так и в смеси с бобовыми компонентами. Овсяница луговая (*Festuca pratensis*) – рыхло-кустовой злак. Ценное кормовое растение, хорошо поедается скотом и хорошо отрастает после стравливания; выдерживает сильное выбивание скотом.

По хорошо развитому травостою второго года жизни высаживаются древесно-кустарниковые породы:

1. Сосна обыкновенная – светолюбива, образует леса и рощи на хорошо дренированных почвах и скальных грунтах.

2. Облепиха крушиновидная (*Hippórhoe rhamnoides*) является одной из ведущих древесно-кустарниковых пород в планах лесной рекультивации на техногенных почвогрунтах Кузбасса.

3. Сирень (*Syringa*) – вырастающий до 6 метров древовидный лиственный кустарник, быстро разрастающийся, со светло-зеленой листвой.

Площадь, предназначенная под посадку деревьев и кустарника, составляет 31,7 га. Посадка предусмотрена 2 – 3-летними сеянцами сосны и однолетними сеянцами кустарников, как имеющими лучшие результаты приживаемости на нарушенных землях.

Лучшим временем года для посадки является весна (с апреля до июня), после схода снега и оттаивания грунтов до глубины 35 – 40 см. Посадка сосны допускается в конце лета (в августе) после заложения верхушечной почки у этих растений и одревеснения приростов текущего года, в периоды с осадками по свежей или влажной почве, предпочтительно в облачные дни с температурой воздуха не более +25°C. Работы по посадке намечается проводить механизировано с помощью лесопосадочной машины навесной ЛМБ-1М или под меч Колесова. Посадочный материал из питомников к месту посадки доставляется грузовым автотранспортом. Перед погрузкой саженцев на дно кузова укладывается солома, опилки, или торф. Саженцы выкладывают на подстилку рядами корнями вперед. Корни саженцев должны быть обработаны глиняной болтушкой.

Успешное выращивание культур на рекультивируемых землях возможно

только при систематическом и качественном уходе за саженцами. Чтобы достичь плановой приживаемости посадок не менее 90 % предусматривается, дополнительно, посадка лесных культур взамен выпавших не менее 20 %, а также проведение уходов в течение мелиоративного периода (с 1 по 5 годы).

В состав работ по уходу за лесными культурами входят: ремонт посадок, борьба с сорняками, рыхление и обработка фунгицидами (байлетон и др.) против заболеваний. От применения ядохимикатов до смыкания крон следует воздержаться.

С целью охраны созданных насаждений от пожаров проектом предусматриваются противопожарные минерализованные полосы шириной до 3 – 4 м по всему внешнему периметру участков, а также внутри их – противопожарные разрывы по периметрам создаваемых участков.

Все работы биологического этапа рекультивации выполняются по договору ОАО «Луговое» с подрядной организацией. После смыкания кроны лесных культур, как правило через 5 лет, ряды посадок по мере необходимости прореживают. Высохшие, угнетенные и поврежденные деревья и кустарники убираются, производится перевод земель в покрытые лесной растительностью. Рекультивированные земли возвращаются основным землепользователям – администрации г. Киселевска.

Библиографический список

1. Проект «Рекультивация участка нарушенных земель, расположенного в пределах горного отвода ОАО «Луговое», с попутной добычей угля открытым способом»

УДК 622.6

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРИМЕРЕ ОАО «НКМК»

Суханова М.Ю

Научный руководитель: доцент Кабанова Г.М.

Сибирский государственный университет

г. Новокузнецк

Сегодня в глобальном программном документе развития человечества «Повестка дня на XXI век» проблема отходов определена как препятствующая устойчивому развитию мировой экономики и признана главной проблемой в области охраны окружающей среды.

Образование отходов делает антропогенный круговорот ресурсов незамкнутым и ведет к нарушению устойчивости биосферы вследствие истощения природных ресурсов и негативного воздействия на природные экосистемы. Образование отходов на единицу продукции возрастает по мере приближения к началу производственной цепочки, что обуславливает

наибольшую нагрузку на экосистемы в регионах с преобладающим развитием отраслей, осуществляющих добычу и первичную переработку природных ресурсов, и, прежде всего горнодобывающей и металлургической.

При самых совершенных технологиях предотвратить возникновение отходов невозможно. Однако высокий уровень их образования является следствием неэффективного использования в производственной деятельности природных ресурсов. Опыт развитых государств показал, что человечество может успешно развиваться, значительно сократив потребление природных ресурсов на единицу продукции. Количество накопленных отходов производства в России составляет около 120 млрд. тонн, а годовой экономический ущерб от загрязнения отходами окружающей среды оценивается на уровне 10 % ВВП.

Металлургические предприятия обладают широкими возможностями по переработке различных видов производимых человеком отходов: от автомобильного металлолома до бытовых отходов. Кроме того, большинство отходов металлургического производства (по содержанию полезных компонентов) конкурентоспособны с первичным сырьем и могут быть использованы в металлургических процессах.

Эффективно организованное управление отходами позволит оптимизировать материально-энергетические потоки между производственными процессами металлургического предприятия и окружающей средой, увеличить количество и спектр перерабатываемых в металлургических агрегатах отходов и обеспечить устойчивое развитие не только самого металлургического предприятия, но и региона, на территории которого оно размещается.

В странах ЕС реализуется в настоящее время ряд проектов и программ по разработке планов управления отходами в различных областях экономики на уровне целых отраслей и отдельных предприятий. Обычно такие планы разрабатываются в рамках систем экологического менеджмента. Успешной реализацией этих планов наряду с экономической эффективностью вследствие снижения расхода природных ресурсов является введение на государственном уровне принципа «загрязнитель платит», то есть именно производитель отходов несет за них ответственность на всем протяжении их существования и оплачивает их утилизацию.

Опыт некоторых европейских предприятий показал, что при переходе от стихийного обращения с отходами к управляемому на промышленных предприятиях загрязнение окружающей среды может быть снижено на 30 – 50 % и более. При этом обеспечивается комплексный экономический эффект за счет снижения потребления материальных и энергетических ресурсов и уменьшения платы за загрязнение окружающей среды.

В среднем удельное образование твердых отходов на единицу продукции на металлургических предприятиях развитых стран в настоящее время в 1,503 раза ниже, чем в России. В последние годы зарубежные металлургические предприятия взяли курс на 100 %-ное обратное использование образующихся отходов.

Россия в настоящее время еще только готовится ступить на путь

цивилизованного управления отходов.

Кузбасс – богатейший по запасам полезных ископаемых регион России. Это обеспечивает экономическую стабильность в регионе, однако является и причиной колоссального загрязнения окружающей среды. Промышленность региона сформирована в основном высокоэнергоемкими и ресурсоемкими отраслями: горнодобывающая, электроэнергетика, угледобыча и углепереработка, металлургия и химическая промышленность.

Кузбасс занимает первое место в России по количеству образующихся отходов: 1,7 млрд. т в год при общем образовании в России 2,6 млрд. т. Только в Новокузнецке каждые сутки направляется в отвалы более 16 тыс. т, или более 200 ж/д вагонов.

В то же время, отходы являются таким же ценным ресурсом для Кузбасса, как уголь или руда. Значительная часть отходов представляет собой техногенные или вторичные ресурсы, нередко успешно конкурирующие с природными. На их основе можно получить совершенно новые виды продукции, обладающие такими качественными характеристиками, которые до сих пор невозможно было достичь.

Самый крупный город региона Новокузнецк традиционно входит в «пятерку» самых загрязненных городов России, занимая в отдельные годы второе место после Норильска. Такое лидерство обеспечивает также лидирующее место среди самых загрязненных городов планеты.

В городе ежегодно образуется около 12 млн. т промышленных отходов, из которых 6 млн. т складывается на городской территории, и более 1 млн. т бытовых отходов, которые размещаются на старой городской свалке, расположенной в Центральном районе города. В черте города расположено 20 действующих объектов размещения отходов производства и потребления промышленных предприятий и 1 объект размещения бытовых отходов. Кроме действующих на территории города размещаются отработанные объекты размещения отходов.

Отходы металлургических гигантов Кузбасса представляют большую экологическую опасность. Образование огромного количества отходов на предприятиях данной инфраструктуры – проблема, требующая немедленного решения.

Новокузнецкий металлургический комбинат (ОАО «НКМК») – предприятие вертикально-интегрированной горно-металлургической компании «Евраз Груп С.А.», входящей в число пятнадцати лидеров мировой сталелитейной отрасли.

Комбинат образован 5 мая 2003 г. на базе производственных мощностей легендарного КМК, более семидесяти лет поставлявшего свою продукцию в разные уголки России и за рубеж. Это градообразующее предприятие Новокузнецка, расположенного в Кемеровской области, в центральной части Кузнецкого угольного бассейна на левом берегу реки Томи.

Промышленные отходы – это потенциальные сырьевые ресурсы техногенного происхождения с определенным химическим составом. На ОАО «НКМК» в каждом переделе образуются отходы, связанные как с недостатками технологических схем, так и с особенностями производственных процессов.

Эти отходы представлены металлургическими шламами, шлаками, окалиной, железосодержащей пылью.

«Евраз» реализует программы переработки и утилизации промышленных отходов в ОАО «НКМК». В 2009 году Новокузнецкий металлургический комбинат вместе с ОАО «ЗСМК» переработали и утилизировали более 80 % промышленных отходов.

В рамках программ снижения воздействия на окружающую среду и оптимизации издержек в производственном процессе ОАО «НКМК» используются железосодержащие и углеродосодержащие отходы. Это позволяет снижать себестоимость производства агломерата, чугуна, стали.

В числе отходов металлургического производства особое место занимают шлаки. Металлургические шлаки содержат ряд компонентов, которые могут быть эффективно использованы. Так, на ОАО «НКМК» металлургический шлак, составляющий основную массу промышленных отходов, перерабатывается в строительные материалы. В свою очередь, отработанные масла и лом цветных металлов передаются для переработки и утилизации в специализированные компании.

Помимо этого специалисты комбината разработали и запатентовали технологию переработки использованных автомобильных покрышек в кислородных конвертерах. Высокая температура плавки (свыше 1500 °С) и современные очистные системы позволяют утилизировать покрышки без вреда для окружающей среды. Оставшиеся промышленные отходы складированы на специально оборудованных площадках на территории металлургических комбинатов.

Смолистые отходы коксохимического производства ОАО «НКМК» в течение всей деятельности (больше 60 лет) вывозились на химотвал, который представляет собой смоляное озеро, расположенное в естественном логу. В настоящее время на комбинате реализуется разработанный совместно с ООО «ЭКОМАШ» проект по утилизации смоломасляных отходов коксохимического производства. Введение в шихту отходов смоляного озера в виде полимеров, фусов и кислой смолки оказывает положительное влияние на повышение насыпной плотности шихты, в результате ее обмасливания. Это способствует увеличению производительности коксовых печей. После того как отходы будут ликвидированы, на территории нынешнего ядовитого озера пройдет рекультивация, а коксохимическое производство станет практически безотходным.

Утилизация отходов происходит и в доменном производстве ОАО «НКМК». Руды черных металлов, как правило, используются некомплексно, в результате чего теряется значительное количество полезных компонентов, накапливающихся в отвалах и хвостохранилищах. Окускование является одной из актуальных задач в подготовке железосодержащих материалов к металлургическому переделу. Так, окускование мелкодисперсных пылей и шламов позволяет не только обеспечить комбинат дополнительными ресурсами железосодержащих материалов и уменьшить экологическую нагрузку на окружающую среду, но стабилизировать работу основных переделов – подготовки сырья и доменного производства. На ОАО «НКМК» используется

брикетирование мелкозернистых и тонкозернистых материалов со связующими веществами - наиболее универсальный способ вовлечения в переработку ценных топливных, рудных и минеральных сырьевых компонентов, а также ряда техногенных отходов, которые по своему агрегатному физическому состоянию непригодны для непосредственного использования в технологических процессах.

На ОАО «НКМК» нашли применение шлаку производства ферросилиция. При производстве ферросилиция на 1т продукта образуется 50 – 60 кг шлака, который содержит важные для металлургов компоненты такие как: кремний, карбид кремния, оксиды кремния, кальция, алюминия, а также имеет низкое содержание вредных примесей серы и фосфора. Специалистами предприятия была разработана и внедрена технология использования шлака производства ферросилиция при выплавке стали в электросталеплавильном цехе. Использование этого шлака позволило снизить затраты на легирование стали кремнием и марганцем, на шлакообразование и дало экономию в размере 20,5 руб/т.

Несмотря на действующие на комбинате мероприятия, отходы производства все же утилизируются не полностью. Эти отходы, годами накапливаясь в хранилищах завода, приносят сплошные убытки. А они год от года все больше растут. И это при условии, что отходы хранятся на своей территории, имеется специальное на то разрешение, и заранее получен лимит. В противном случае плата возрастает в три – пять раз. Необходимо усовершенствовать оборудования по переработке промышленных отходов, искать новые рациональные пути их вторичного использования. Поэтому специалисты экологических служб «Евраз» контролируют четкое соблюдение природоохранных и санитарно-эпидемиологических требований в ходе всех мероприятий по обращению с отходами.

ОАО «НКМК» заинтересовано в использовании собственных отходов в качестве вторичного сырья для производства продукции. Работа в этой сфере приносит не только экологическое значение, но и реальный экономический эффект. Поэтому совершенствование системы управления отходами – перспективное направление экологической политики «Евраз».

Мероприятия по переработке отходов необходимо проводить на всех металлургических предприятиях страны, чтобы снизить негативное воздействие на окружающую среду, ведь отходы могут приносить доходы.

Библиографический список

1. <http://www.ecokem.ru>
2. Новокузнецк в цифрах: статический ежегодник, 2005. 176 с.

АНАЛИЗ ВАЛОВЫХ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ГОРОДА НОВОКУЗНЕЦКА ОТ ПЕРЕДВИЖНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Галактионов Л.А. Шеховцев Д.В.

Научный руководитель: доцент Лежава С.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Атмосферный воздух – жизненно важный компонент окружающей природной среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений [1].

Природные источники загрязнения атмосферы (извержения вулканов, пыльные бури, лесные и степные пожары) мало влияют на общий уровень загрязнения. Наиболее опасными источниками загрязнения атмосферы являются антропогенные. Мировое хозяйство ежегодно выбрасывает в атмосферу более 15 млрд. т CO_2 , 200 млн. т CO , более 500 млн. т углеводородов, 120 млн. т золы, более 160 млн. т оксидов серы и 110 млн. т оксидов азота и др. Общий объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферу составляет более 19 млрд. т [2].

Одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха в индустриальных странах служат автомобили и другие виды транспорта. Ежегодно в атмосферный воздух поступает более 200 млн. т оксида углерода, 160 млн. т оксида серы, 110 млн. т оксида азота, 500 млн. т различных углеводородов, 120 млн. т золы [2].

Загрязняющий воздух над крупными городами простирается на высоту 1,5-2,0 км.

Общее количество автомашин в мире составляет порядка 1 млрд. и их количество непрерывно растет, а вместе с этим растет валовой выброс вредных веществ в атмосферу.

Сжигая огромное количество нефтепродуктов, они наносят ощутимый вред окружающей среде и здоровью населения. Один автомобиль, в среднем, ежегодно поглощает 4 т кислорода и выбрасывает с выхлопными газами примерно 800 кг оксида углерода, около 40 кг оксидов азота и почти 200 кг различных углеводородов [3].

Автомобильный транспорт выделяет 60% газообразных загрязнителей воздуха. В состав выхлопных газов карбюраторных и дизельных двигателей входит до 200 химических соединений, из которых наиболее токсичны Pb , CO_x , NO_x , C_xH_y , бензапирен. В выхлопных газах содержится большое количество углеводородов, их доля резко возрастает, если двигатель работает на малых оборотах или в момент увеличения скорости при старте (таблица 1). В выхлопных газах содержатся также альдегиды, обладающие резким запахом и раздражающим действием.

Таблица 1 – Концентрация оксида углерода и бензапирена в выхлопных газах бензиновых двигателей.

Режим работы	Концентрация	
	СО, %	бензапирена, мкг/100м3
Холостой ход	2,5-3,0	4000
Разгон	2,0-5,0	10000
Равномерное движение	0,5-1,0	>4000
Торможение	до 4	28000

Крайне опасной частью выхлопных газов являются соединения свинца, образующиеся при сгорании в двигателе автомобиля тетраэтилсвинца $Pb(C_2H_5)_4$, добавляемого к бензину для повышения октанового числа. При этом при сжигании 1 л бензина в воздух поступает 200 - 700 мг свинца. Для снижения поступления высокотоксичных соединений свинца в атмосферу необходимо заменить этилированный бензин на неэтилированный.

Количество загрязняющих веществ в выхлопных газах автотранспорта напрямую зависит от качества топлива, поэтому были разработаны стандарты «Евро». Ниже приведена краткая информация по стандартам «Евро-1», «Евро-2», «Евро-3» и «Евро-4».

Стандарты «Евро» были введены Европейской экономической комиссией ООН. Экологическая сертификация Евро-2, Евро-3 и Евро-4 направлена на улучшение экологической картины в России. Это сертификация автомобилей (легковых или спецтехники). Сертификаты Евро-2, Евро-3 и Евро-4 показывают соответствие максимально допустимого уровня содержания вредных веществ в выхлопных газах соответствующим требованиям.

Стандарт «Евро-1» предусматривает выброс бензиновым двигателем оксида углерода (СО) не более 2,72 г/км, углеводородов (СН) – не более 0,72 г/км, оксидов азота (NO) – не более 0,27 г/км. «Евро-1» действовал в Европе с 1992 года, а в 1995 году его сменил более жесткий – «Евро-2».

В стандарте «Евро-2» были ужесточены почти в 3 раза нормы по содержанию в выхлопе углеводородов, они стали равны 0,29 г/км. Экологический стандарт «Евро-2» был принят правительством России осенью 2005 года.

Стандарт «Евро-3» – это снижение уровня выбросов по сравнению с «Евро-2» на 30–40 %. В «Евро-3» предусматривается максимальный выброс СО в количестве 0,64 г на километр пробега для легковых автомобилей.

По данным специалистов, «Евро-3» позволяет снизить уровень «грязных» выбросов по сравнению с «Евро-2» на 20 %. Стандарт «Евро-3» был введен в Евросоюзе в 1999 году, в России – с 1 января 2008 года.

Стандарт «Евро-4» жестче уровня «Евро-3» на 65 – 70%. Он был введен в Евросоюзе в 2005 году. Стандарт «Евро-4» позволяет снизить выброс в атмосферу вредных веществ на 40 % по сравнению со стандартом «Евро-3».

Стандарт «Евро-4» предусматривает снижение выбросов СО по сравнению с «Евро-3» в 2,3 раза, а углеводородов – в 2 раза.

«Евро-4» уменьшает содержание окиси азота в выхлопе на 30%, а твердых частиц – на 80%, содержание серы на 0,005%, ароматических

углеводородов на 35%, бензола на 1%.

Власти РФ намерены ввести этот стандарт начиная с 2010 года [6].

В 2008 году был принят технический регламент, в котором говорится, что с 1 января 2011 года в России вступает запрет на производство бензина стандарта «Евро-2» [4]. Речь идет о бензине марки А-92. Это автомобильный бензин обычного качества, содержит антидетонационные присадки, является самой распространенной маркой бензина в крупных городах РФ. Производят этилированный с содержанием свинца не более 0,15 г/л и неэтилированный с содержанием свинца не более 0,013 г/л. Надо заметить, что чаще всего встречается этилированный бензин.

Однако профильные институты отметили [5], что 91,5% российского автопарка ездит на бензине с октановым числом 92 и ниже, а использование высокооктанового бензина в непригодных для него двигателях приводит к выходу их из строя. По оценкам института, переход на «Евро-3» разумен не ранее 2015 года, когда доля автомобилей, потребляющих высокооктановые «Евро-3» и выше, составит более 90%.

Таким образом, получается, что на практике осуществить запрет на производство А-92 не представляется возможным.

Проблема загрязнения окружающей среды особенно остро даёт о себе знать в крупных промышленных городах. Например, в Новокузнецке зарегистрировано порядка 117,6 тыс. легковых автомобилей, 11,3 тыс. грузовых и 3,6 тыс. автобусов (таблица 2). Опираясь на эти данные, нами был произведён расчёт количества выбросов таких веществ как CO, CH, NO₂, C, SO₂, Pb по методике [3].

Таблица 2 – Общие сведения о количестве и структуре автомобильного транспорта в городе Новокузнецке в 2009 году.

Вид транспорта	Состоит на учёте транспортных средств, находится в собственности		
	Всего	Физические лица	Юридические лица
Легковые	117599	111738	5861
Грузовые	11278	4509	6769
Автобусы	3622	1328	2294
Всего	132499	117575	14924

Методика оценки массового выброса загрязняющих веществ легковыми, грузовыми автомобилями и автобусами приведена ниже.

Для легковых автомобилей масса загрязняющих веществ рассчитывается по формуле (1).

$$M_{ij} = m_{ij} \cdot L_j \cdot K_i \cdot 10^{-6}, \quad (1)$$

где m_{ij} – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества легковым автомобилем с двигателем j -го рабочего объёма, г/км;

L_j – суммарный пробег легковых автомобилей с двигателем j -го рабочего объёма, км;

K_j – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих

веществ при движении по территории населенных пунктов (при движении вне населенных пунктов $K_i=1$).

Для грузовых автомобилей масса загрязняющих веществ рассчитывается по формуле (2).

$$M_{iks} = m_{iks} \cdot L_{ks} \cdot K_{lis} \cdot K_{2is} \cdot 10^{-6}, \quad (2)$$

где m_{iks} – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества грузовыми автомобилями k -ой грузоподъемности с двигателем s -го типа, г/км;

L_{ks} – суммарный пробег грузовых автомобилей k -ой грузоподъемности с двигателем s -го типа, км;

K_{lis} – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ при движении по территории населенных пунктов (при движении вне населенных пунктов $K_{lis}=1$);

K_{2is} – коэффициент, учитывающий изменение пробегового выброса от уровня использования грузоподъемности и пробега.

Для автобусов масса загрязняющих веществ рассчитывается по формуле (3).

$$M_{ims} = K_p \cdot m_{ims} \cdot L_{ms} \cdot K_{lis} \cdot K_{2is} \cdot 10^{-6}, \quad (3)$$

где m_{ims} – пробеговый выброс i -го загрязняющего вещества автобусами m -го класса с двигателем s -го типа, г/км;

L_{ms} – суммарный пробег автобусов m -го класса с двигателем s -го типа, км;

K_{lis} – коэффициент, учитывающий изменение выбросов загрязняющих веществ при движении по территории населенных пунктов (при движении вне населенных пунктов $K_{lis}=1$);

K_{2is} – коэффициент, учитывающий изменение выброса от вида перевозок и типа двигателя автобуса.

Результаты расчётов и динамику изменения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Изменение валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников.

Наименование загрязняющего вещества	2003 г. Тыс. т/год	2004 г. Тыс. т/год	2005 г. Тыс. т/год	2006 г. Тыс. т/год	2007 г. Тыс. т/год	2009 г. Тыс. т/год
Углерода оксид	47,5	48,1	50,7	53,1	54,6	61,52
Углеводороды	7,1	7,1	7,9	8,6	8,9	10,32
Диоксид азота	5,6	5,7	6,9	7,4	7,6	7,76
Диоксид серы	0,4	0,6	0,62	0,45	0,47	0,08
Сажа	0,1	0,14	0,15	0,08	0,08	0,48
Свинец	0,01	0,05	0,06	0,07	0,07	0,08
Всего	60,71	61,69	66,33	69,7	71,72	80,24

На рисунке 1 представлена динамика изменения валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников.

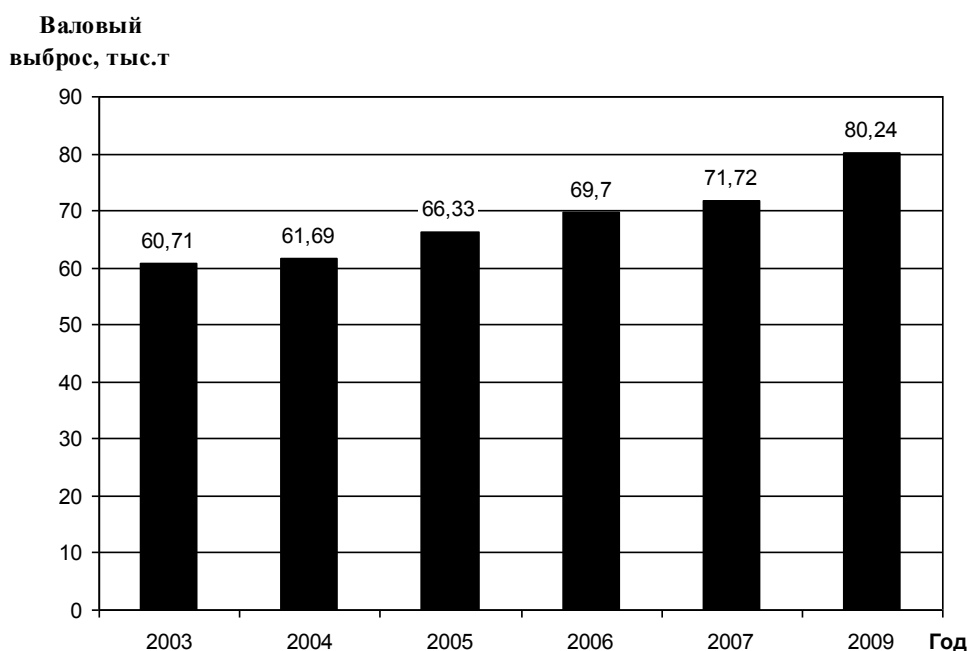


Рисунок 1 – Динамика изменения выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от передвижных источников

Полученный результат позволяет сделать неутешительный вывод о ускорении роста валовых выбросов загрязняющих веществ от передвижных источников, что негативно сказывается на атмосфере города и здоровье его жителей

Библиографический список

1. Статья 1 Федерального закона № 96-ФЗ от 04.05.1999 г. «Об охране атмосферного воздуха».
2. Денисов В.В. // Экология. М.: Вузовская книга, 2006.-728с.:ил
3. Методика определения массы выбросов загрязняющих веществ автотранспортными средствами в атмосферный воздух. Москва ЦБНТИ Речного транспорта, 1999. – 21с.
4. Специальный технический регламент «О требованиях к бензинам, дизельному топливу и другим горюче-смазочным материалам»
5. Никитина Е.А., Емельянов В.Е., Алексеева С.И., Александрова Е.В. Производство автомобильных бензинов для автомобилей класса Евро-3 и Евро-4 на российских НПЗ // Мир нефтепродуктов. 06. № 1. С. 28-30.
6. Экологические стандарты Евросоюза для автомобилей. Справка // <http://eco.rian.ru/documents/20090901/183291397.html>

ФИЗИКО–ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БАСЕЙНА РЕКИ МРАССУ

Смолин В.С.

Научный руководитель: к.г.н., доцент Адаменко М.Ф.

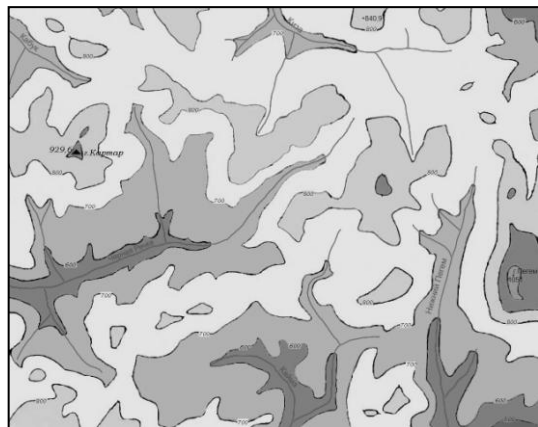
*Кузбасская государственная педагогическая академия
г. Новокузнецк*

В бассейне этой реки Мрассу сосредоточены разнообразные рекреационные ресурсы, которыми особо богата её долина. Река Мрассу интенсивно используется как объект водного туризма, однако в настоящее время отсутствует физико-географическая характеристика этого района. Данная работа, на наш взгляд, восполняет этот пробел.

Целью нашей работы является составление физико-географической характеристики бассейна реки Мрассу, для достижения чего были поставлены следующие задачи: описание геологического строения и рельефа бассейна; выявление особенностей климата и почвенно-растительного покрова; описание особенностей гидрографии и гидрологии.

Бассейн Мрассу занимает восточную часть Горной Шории и южную часть западного склона Абаканского хребта. Геологическое строение бассейна сложное. В его пределах расположены отложения, имеющие возраст от раннего протерозоя до юры. Чрезвычайно разнообразна литология горных пород, характерно обилие интрузий различного состава, преимущественно кислых.

Основу рельефа бассейна Мрассу составляет мел-палеогеновый



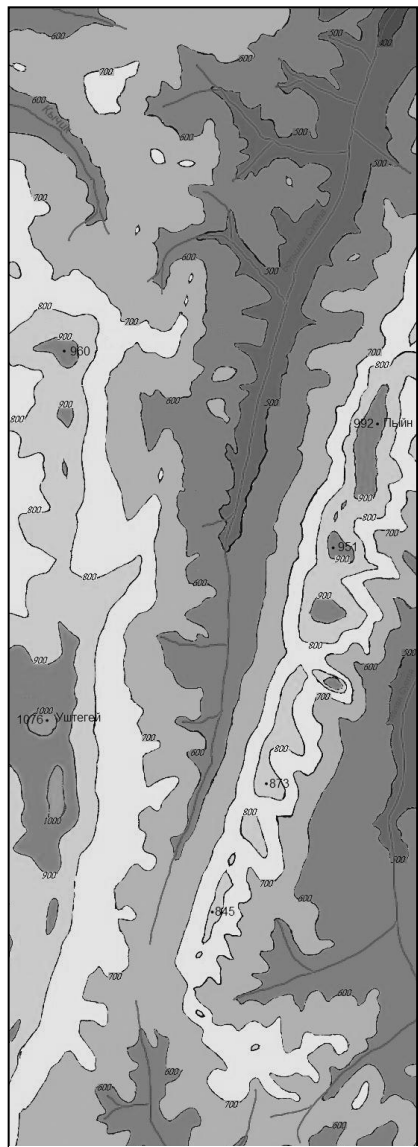
Пенепплен в поле распространения
верхнего протерозоя в междуречье
Кабырзы и Черной речки

пенеплен, отложенный плиоцен-плейстоценовыми поднятиями и расчленённый долиной сетью. Наиболее четко рельеф пенепплена выражен в пределах распространения однородных к процессам денудации горных пород. Напротив, там, где устойчивость горных пород к процессам выветривания резко меньше, рельеф приобретает характер нагорья.

Над поверхностью пенепплена поднимаются останцы-монокли, сложенные известковыми горными породами (Патын, Огутун и др.).

Свидетельством отложения рельефа являются врезанные меандры, выраженные у р.Мрассу и её крупных притоках. Пойма и террасовый комплекс имеют сегментарный характер. В верхней и нижней части продольный профиль реки приближается к профилю равновесия, в средней части, где река пересекает интрузии гранитов, продольный профиль – невыработанный, долина приобретает каньёнообразный характер.

Радиационный режим бассейна имеют типичный для умеренного климата



Меридионально
простирающиеся долины
Большой и Малой суеты и
разделяющий их хребты

характер. Это выражается в резком увеличении и уменьшении показателей от февраля к марту и от сентября к октябрю. Период с положительным радиационным балансом составляет около 7 месяцев.

Термический режим района сложный. Летом на него определяющую роль оказывает абсолютная высота места (чем выше, тем холоднее). Зимой главную роль оказывает рельеф. Наиболее увлажненными в пределах бассейна являются западные наветренные склоны Абаканского хребта. Снегозапас формируется в основном в течение ноября-декабря, уже в конце ноября мощность снежного покрова превышает критическую, поэтому почвы не промерзают.

Распределение стока в пределах бассейна зависит от увлажнения и высоты места. На большей части бассейна слой стока составляет около 620мм, увеличиваясь на западных склонах Абаканского хребта до 650-700мм. Распределение стока в течение года крайне неравномерное. Сток зимней межени составляет около 4% от годового, половодный – около 70%. В летне-осенний меженный период характерны дождевые паводки. Питание реки преимущественно снеговое.

Практически всю территорию бассейна Мрассу занимает горно-лесной пояс, высокогорный

пояс представлен в предвершинной части массива Патын. Горно-лесной пояс представлен двумя подпоясами. Нижний – черневая тайга, верхний – леса высоких горизонтов гор. Граница между ними проходит на уровне 800-850м. Черневая пихтово-осиновая высокотравная тайга занимает почти всё пространство бассейна. На значительной площади она вырублена и заместила вторичными мелколиственными формациями.

Верхняя тайга, кедрово-пихтовая, приурочена к наиболее высоким останцовым возвышенностям. Термическая (климатическая) граница леса проходит на высоте около 1500м. Выше неё поднимается предвершинная часть массива Патын и Юго-Западные Массивы Куль-Тайга.

В работе даётся климатическая характеристика высоких поясов растительности. Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Основу рельефа бассейна представляет мел-кайнозойский пенеплен, местами маркированный каолиновой корой выветривания, пенеплен омоложен и расчленён долинной сетью в результате неотектонических поднятий. Над

поверхностью пенеplена поднимаются останцы, сложенные устойчивыми породами. Вследствие сложной тектоники и геологического строения местами рельеф имеет характер эрозионно-денудационного нагорья.

2. Продольный профиль рек выработан в различной степени. Там, где реки прорезают устойчивые горные породы, преобладают пороги и ущелистый характер долин, последние вследствие резкой устойчивости к размыву горных пород имеют чётковидовое строение.

3. Термический режим района сложный. Под влиянием абсолютной высоты летом и формы рельефа зимой он характеризуется разным высотным профилем распределения температуры.

4. Широкое распространение карбонатных пород позднего протерозоя и нижнего кембрия, их интенсивная закарстованность определяют повышенное подземное питание, достигающих у небольших рек до 30% от годового стока.

5. По характеру водного режима р. Мрассу может быть отнесена к Алтайскому типу с низкой зимней меженью, расчленённым затяжным весенне-летним половодьем и повышенным летним стоком. В летне-осенний меженный период характерны дождевые паводки.

6. В бассейне хорошо выражена высотная поясность, представленная лесным и высокогорным поясами. Лесной пояс представлен двумя подпоясами: черневой тайгой и тайгой верхнего пояса гор. Различие их определяется термическим режимом периода вегетации.

Библиографический список

1. Алисов, Б.П., Полтараус, Б.В. Климатология / Б.П. Алисов, Б.В. Полтараус.– М.: Издательство МГУ, 1970. – 298с.

2. Борисов, А.А. Климатография Советского Союза / А.А. Борисов. – Л.: издательство ЛГУ, 1970. – 365с.

3. Гидрология СССР, Кемеровская область, Алтайский Край. – М.: Недра, 1972. – Т.17. – 339с.

4. Крылов, П.Н. Тайга с естественноисторической точки зрения / П.Н. Крылов. – Томск: Издательство Томского университета, 1898. – 276с.

5. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – Т.15. – Вып.№2. – 407с.

III. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.6

РЕКОНСТРУКЦИЯ УЧАСТКА «ОТВАЛЬНЫЙ ЮЖНЫЙ №2» С ЦЕЛЮ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ МОЩНОСТИ

Малофеев Д.В.

Научный руководитель: Ананьев О.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Эффективное функционирование угледобывающей отрасли, прежде всего залог энергетической безопасности страны. Поэтому, несомненно, запасы каменного угля относятся к стратегическим. Для успешного и прогрессивного развития отрасли необходимо осуществлять наиболее крупномасштабную разработку месторождений, при этом следует предусмотреть её переоснащение высокопроизводительными средствами для выполнения работ, обеспечивающих рациональное освоение месторождений и восстановление окружающей среды.

В настоящее время на участке горных работ «Отвальная-Южная №2» ООО «Разрез Южный» осуществляется добыча каменного угля марки ДГ в количестве 1,1 млн. т. в год. При детальном рассмотрении общего характера производства горных работ на участке «Отвальная-Южная №2» ООО «Разрез Южный» и анализа геологических отчётов данного месторождения выявлена возможность реконструкции участка со значительным увеличением интенсивности разработки, обеспечивающей достижение производственной мощности 2,5 млн. т угля в год за счёт вовлечения в разработку запасов по пластам 66, 67, 68, 69 на глубину и вскрытия с последующей отработкой пласта 70.

Учитывая вышесказанное, сложившуюся конъюнктуру в политике и экономике очевидна актуальность реконструкции участка.

Целью является осуществление реконструкции для увеличения и последующего поддержания производственной мощности.

Для выполнения поставленной цели необходимо выполнить следующие задачи с учетом новых условий разработки участка:

- обоснование безопасных углов откоса рабочего, нерабочего бортов карьера и его торцов;
- выполнить подсчёт прирезаемых запасов;
- произвести расчёт коэффициента вскрыши;
- обоснование конечных контуров карьера по дну и по поверхности;
- разработка календарного графика развития горных работ на первые пять лет разработки разреза;
- на основании полученных данных сделать выводы о наиболее рациональном пути ведения работ.

В настоящее время на участке «Отвальный-Южный 2» в одновременной отработке находятся 4 угольных пласта (66, 67, 68, 69), имеющие различное площадное распространение. Средние мощности угольных пластов по рассматриваемым участкам составляют 3,18 м., 4,44 м., 4,5 м., 5,03 м. – соответственно. Пласты залегают моноклинально со средним углом падения 16° - 18° . Толща вскрышных пород представлена песчаниками, алевролитами, аргиллитами с коэффициентом крепости 2-4. Развитие горных работ происходит по продольно-углубочной однобортовой схеме.

При рассмотрении геологического отчёта [1, С. 24-37] по геологическому участку Талдинский Южный выявлен находящийся в северной части под старыми навалами – пласт каменного угля марки ДГ № 70 категории В+С1 – средней мощностью 5,07 м, представляющий производственный интерес. Также по данным отчёта рассмотрены пласты 66, 67, 68, 69, категории В+С1, которые с увеличением глубины сохраняют среднюю мощность 3,18, 4,44, 6,19 и 5,03 м – соответственно. Учитывая данные факты, а также принимая во внимание нахождение северной вертикальной границы участка на выходе под наносы пласта 73, принято решение о вовлечении в разработку пласта 70 и дальнейшей разработке пластов 66, 67, 68, 69 на максимально возможную глубину, при которой осуществляется безопасная и экономически целесообразная разработка участка.

Южный борт разреза останется неизменным по характеру развития горных работ, т.е. будет продолжаться его формирование по лежащему боку пласта 66 под углом 18° к горизонту.

Северный борт формируется, начиная от выхода пласта 73 под наносы до пересечения линии откоса борта с пластом 66.

Угол откоса северного борта для данных условий в соответствии с рекомендациями ВНИМИ составит 35° . Решено не менять значения параметров уступа на разрезе при осуществлении реконструкции и разрабатывать в дальнейшем с высотой 10 м, обеспечивающей наиболее удобную экскавацию горной массы, и углом откоса 75° , соответствующим рекомендациям ВНИМИ для настоящих горно-геологических условий.

Принимая во внимание, максимально возможный по условию устойчивости угол откоса борта (35°), получаем при помощи горно-геометрического анализа значение высоты борта равное 170-200 м., и поэтому разработка участка будет производиться до абсолютной высоты +130м.

Новые условия разработки участка «Отвальный-Южный №2», влияют на ширину карьерного поля следующим образом: северная граница участка по поверхности отодвигается до линии выхода под наносы пласта 73, западная, южная и восточная границы остаются неизменными. Учитывая данный факт, ширина карьерного поля (север – юг) составляет 930м, длина - 2500 м.

Формирование дна участка предполагается осуществить следующим образом: до предельных отметок отрабатываются пласты угля и пройденные к ним разрезные траншеи, а в безугольной зоне предусмотрено оставление целиков, что приведет к уменьшению текущих и общих объемов вскрыши. Протяженность дна реконструируемого разреза составит 2128 м

Общий объем балансовых запасов в границах проектируемого карьера – ~

20,3 млн. т. Объем вскрышных пород в конечных контурах разреза - ~ 153,86 млн. м³ (Следует учесть, что 15,7 млн. м³ представлены наносами). Средний промышленный коэффициент вскрыши равен 7,99 м³/т.

Полученные расчетным путём объёмы полезного ископаемого и вскрышных пород следует использовать для расчёта и обоснования производственной мощности участка. Учитывая намеченную производительность по полезному ископаемому – 2,5 млн.т./год и балансовые запасы равные 20,3 млн.т., объем добычи за первый год должен составить 85 % от проектной мощности (2125 тыс.т). За второй год эксплуатации объем добычи должен быть равным полной производственной мощности (2500 тыс. т). Период затухания горных работ принимаем равным 15 месяцам при снижении объема добычи за последний год до 50 % от полной годовой производственной мощности (1250 тыс.т).

Полный период существования разреза с учетом освоения производственной мощности и затухания горных работ приведён ниже.

Общий срок службы участка определяется по формуле:

$$T_{\text{общ}} = T_{\text{осв}} + T_{\text{пр}} + T_{\text{зат}} = 1 + 6,3 + 1,3 = 8,6 \text{ лет,}$$

где $T_{\text{осв}}$ – период освоения мощности 2500 тыс. т угля в год (1 год);

$T_{\text{пр}}$ – период работы участка с проектной мощностью 2500 тыс. т угля в год;

$T_{\text{зат}}$ – период затухания горных работ участка (15 мес.).

С учетом заданной производственной мощности и срока службы участка, для грамотного планирования, а, следовательно, и проведения горных работ нужно составить календарный график их производства.

Составление календарного графика горных работ осуществляется на базе горно-геометрического анализа карьерного поля, являющимся методом исследования режима горных работ.

На основе погоризонтных значений объемов горной массы вскрышных пород и угля, строим сводный график режима горных работ.

Необходимо трансформировать сводный график режима горных работ в календарный в связи с тем, что в практической деятельности при составлении планов горных работ оперируют не с погоризонтными объемами работ, а с годовыми объемами по полезному ископаемому и по вскрышным породам.

Анализ полученного календарного графика вскрышных работ (Рисунок 1) показывает, что он не удовлетворяет требованиям рационального графика. График неравномерен по годам эксплуатации и имеет «пиковые» объёмы вскрыши. Работа разреза при наличии «пиковых» объёмов требует краткосрочного ввода в работу и вывода из работы нового оборудования и обслуживающих его бригад рабочих, что отрицательно влияет на производственную деятельность предприятия. Поэтому календарный график вскрышных работ такого типа следует регулировать.

Для построения выровненного календарного графика (Рисунок 2) использовано его свойство интегрирования. Календарным графиком предусмотрен перенос выполнения части объёмов вскрыши с раннего периода на более поздний срок.

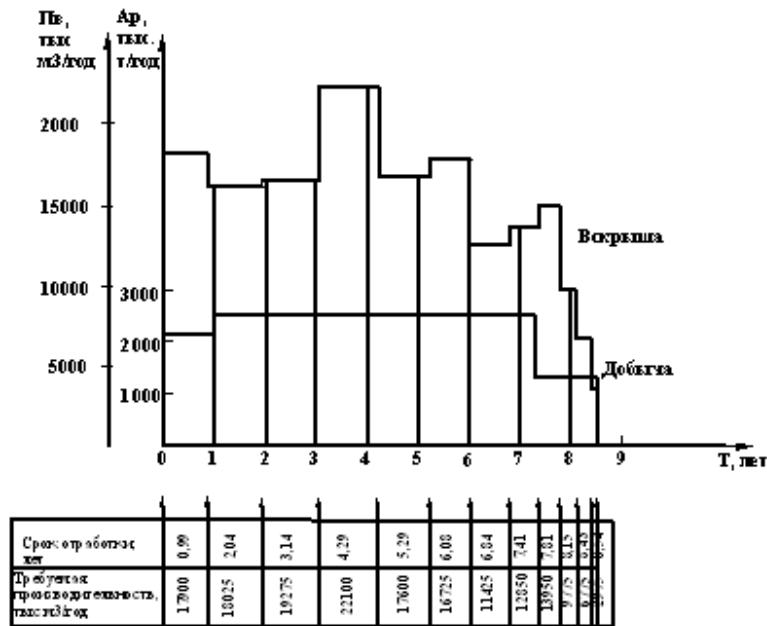


Рисунок 1 – Календарный график вскрышных и добычных работ

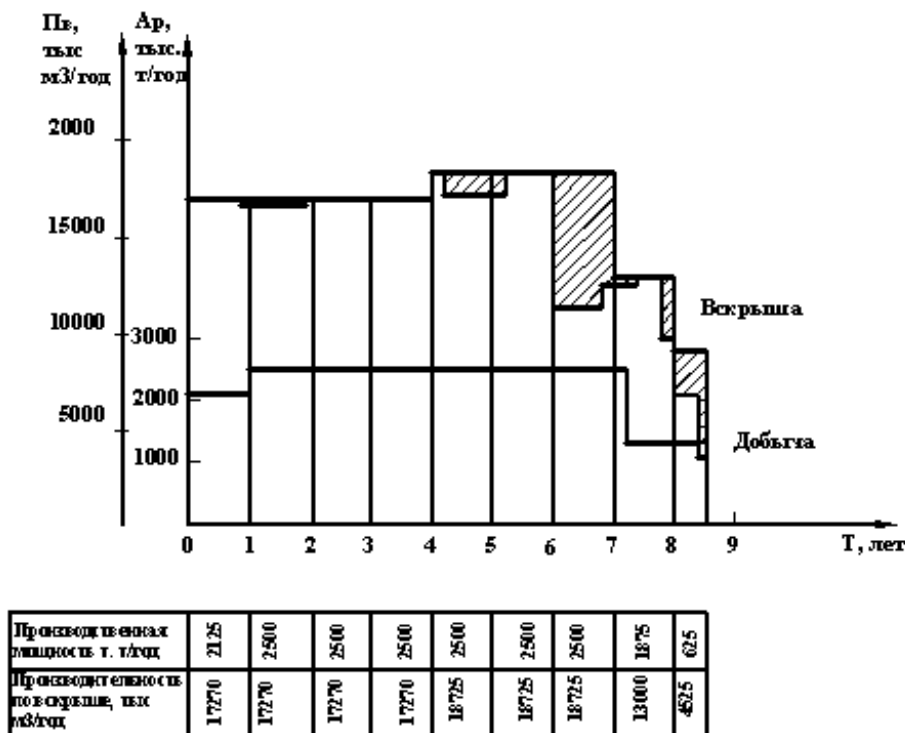


Рисунок 2 – Выровненный календарный график

После выравнивания календарного графика осуществляем планирование вскрышных и добычных работ на ближайшие 5 лет по годам с привязкой к горизонтам производства работ.

В результате производимой реконструкции конечная глубина отработки участка составит 170 – 300 м. В данном случае следует предусмотреть введение циклично-поточной технологии в процесс производства так как на последний год отработки, расстояние транспортирования вскрышных пород в отвал

составит 3,4 – 3,6 км. Данная технология предусматривает использование комбинированного автомобильно-конвейерного транспорта, вобрав в себя эффективное сочетание мобильности внутрикарьерного автотранспорта и низких удельных эксплуатационных затрат конвейерного транспорта. При этом, учитывая постоянно меняющуюся глубину разработки, эффективность использования карьерного транспорта достигается за счёт оптимизации расстояния транспортирования пород вскрыши автотранспортом из забоев до дробильно-перегрузочной установки, путём удлинения конвейерных линий на глубину. В комплекс оборудования вскрышного грузопотока следует ввести наклонный конвейер и дробилку. Размещать данное оборудование следует, начиная с глубины 140 – 150 м от дневной поверхности на южном борту разреза. Доставка породы вскрыши конвейером будет производиться на дневную поверхность, где она отгружается в автосамосвалы и вывозится на внешний отвал, расположенный южнее горного отвода.

Библиографический список:

1 Щербаков Н.И., Черданцев С.Ф., Афанасьев Д.И. - Геологический отчет Талдинского месторождения в Ерунаковском районе Кузбасса (геологическое строение, качество и запасы угля по состоянию на 01.01.70г) ГПП Запсибгеология, 1971.-579 с.

УДК 622.273.23.

МЕХАНИЗАЦИЯ ВЕДЕНИЯ РАБОТ ПО УКРЕПЛЕНИЮ ВЫРАБОТОК ПРИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЯХ

Скударнов Д.Н.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Щербина Г.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Одно из основных условий рентабельности шахт является концентрация горных работ с уменьшением числа очистных забоев при одновременном повышении нагрузки на действующие лавы. Однако очень часто значительные материальные затраты на подготовку и оснащение очистных забоев не дают желаемого результата из-за простоев лав, связанных с обрушением пород кровли в самих лавах и на сопряжениях лав с выработками. Ритмичная работа является одним из основных факторов, обеспечивающих стабильную и прибыльную работу горного предприятия.

При резком ухудшении горно-геологических условий в пределах отрабатываемого выемочного участка необходимо применение технологических мероприятий, обеспечивающих сохранение стабильных нагрузок на очистные забои.

Опыт перехода геологических нарушений длинными очистными забоями свидетельствует, что без применения специальных мер добиться безопасной и высокопроизводительной работы очистного забоя практически невозможно.

Суточная добыча угля существенно снижается, по сравнению с выемкой пластов в обычных условиях.

Традиционные способы борьбы с обрушениями и вывалами угля и пород кровли в зонах нарушений, таких как установка металлических проколов в кровле и установка деревянных анкеров, закрепляемых в шпурах при помощи ампул с полиуретановой смолой (ПУР патронов), для предотвращения отжима призабойной части пласта, отличаются большой трудоемкостью работ.

Вследствие этого для выполнения перечисленных мер требуются технологические остановки очистного забоя в течение добычных смен, которые в свою очередь приводят к резкому снижению нагрузок на очистной забой. Так, например, на шахте «Кыргайская» при прохождении геологического нарушения при отработке лавы 44-11 пласта «Кыргайский 44», вынимаемая мощность которого составляла 5м., среднесуточная нагрузка на очистной забой при подходе к зоне нарушения в первые два месяца снизилась с 6192 т. до 1024 т. Уголь в зоне геологического нарушения согласно прогнозу был отнесен к неустойчивому. Отработка выемочного участка 44-11 при переходе лавой зоны геологического нарушения велась без применения современных способов упрочнения зон нарушения.

Основная причина снижения добычи заключалась именно в неустойчивом состоянии нарушенного угольного массива и пород непосредственной кровли, что приводило к вывалам угля и образованию куполов в породах кровли.

В период перехода зоны нарушения средней частью лавы обрушение призабойной части пласта и пород непосредственной кровли приводило к развитию куполов над секциями крепи высотой до 7-10м. Работа мехкомплекса была практически парализована. Ведение очистных работ в лаве постоянно сопровождалось работами по креплению кровли и куполов, что приводило к технологическим остановкам очистного забоя в течение добычных смен, и как следствие, резкому снижению нагрузок на очистной забой, а общее время перехода геологического нарушения занималось более 5 месяцев.

В результате проведения анализа отечественного и зарубежного опыта отработки угольных пластов в зонах геологических нарушений с целью разработки эффективных мер предотвращения обрушения угля и пород кровли при переходе нарушения предлагается управление состоянием нарушенного угольного массива и его упрочнения производить нагнетанием полиуретановой смолы Беведол С – Беведон в шпуры длиной 3...5 м, диаметром 43 мм и расстоянием между ними 2...4м, которая, проникая под давлением насоса даже в небольшие трещины, за счёт реакции вспенивания и отличных склеивающих свойств обеспечивает высокую степень упрочнения массива.

Обработка зоны нарушения должна производиться в ремонтную смену и частично во вторую добычную смену перед началом работ по выемке угля. Бурение шпуров и обработку угольного массива смолой должна осуществлять специализированная бригада.

При проведении работ по нагнетанию подготавливаются две открытые ёмкости. В одну заливается Беведол С и в неё погружается всасывающий шланг с фильтром, а в другую ёмкость – Беведон с опущенным в неё другим

всасывающим шлангом двухкомпонентного шестерёнчатого насоса с пневматическим приводом.

К нагнетательным патрубкам А и В насоса (для подачи Беведола С и Беведана соответственно) после манометров через соединительную муфту подключаются и фиксируются скобами концы нагнетательных шлангов длиной 10 м. К свободным нагнетательным патрубкам насоса подключаются сливные шланги.

На свободные концы нагнетательных шлангов устанавливаются запорные краны, которые подключаются к Т-образной муфте. На статический смеситель с резьбовой стороны завинчивается ниппель. Смеситель подсоединяется к свободному концу Т-образной муфты. На другой конец смесителя устанавливается соединительная муфта. Все места соединений фиксируются скобами.

Работы по нагнетанию проводятся в следующем порядке. Соединительная муфта, подключенная к смесителю, навинчивается на конец пластиковой трубки. Подающая система (герметизатор с пластиковой трубкой) устанавливается в шпуре на требуемой глубине. Открываются краны перед Т-образной муфтой. Краны на насосе устанавливаются в положение «на нагнетание». Включается подача сжатого воздуха и насос начинает нагнетание компонентов смолы по нагнетательным шлангам через Т-образную муфту, статический смеситель, пластиковую трубку и герметизатор в массив. Давление нагнетания в магистралях А и В контролируется манометрами (нормальное давление нагнетания – не более 10МПа). После закачивания в шпур проектного количества смолы (или при увеличении давления нагнетания свыше 10МПа) насос отключается. Далее система переключается на промывку компонентом А (Беведолом С). Запорный кран компонента В перед Т-образной муфтой устанавливается в положение «закрыто». Краны магистрали В насоса устанавливаются в положение «на слив». Включается насос и производится промывка Т-образной муфты, статического смесителя и пластиковой трубки компонентом А (продолжительность промывки – 4-5 секунд). При этом компонент В (Беведан) циркулирует по малому кругу «емкость – насос – сливной шланг – емкость». По окончании промывки насос отключается.

Соединительная муфта откручивается от пластиковой трубки. Оборудование переносится к следующему шпур, в который заблаговременно введена подающая система (герметизатор с пластиковой трубкой). Соединительная муфта навинчивается на свободный конец пластиковой трубки и процесс нагнетания повторяется. В процессе нагнетания в случае преждевременного выхода смолы из шпура необходимо остановить насос, кратковременно (в течение 4-5 секунд) промыть смеситель и нагнетательную трубку компонентом А (компонент В циркулирует по сливному шлангу) и, после отверждения смолы в месте выхода, продолжить процесс нагнетания. После окончания нагнетания смолы герметизатор и пластиковая трубка остаются в шпуре, не препятствуя выемке угля шнеками очистного комбайна.

Таким образом, управление состоянием нарушенного угольного массива при помощи полиуретановой смолы Беведол С – Беведан приводит к стабилизации нарушенной призабойной части пласта, повышению

безопасности работ в очистном забое, увеличению среднесуточной добычи угля и сокращению времени перехода зоны нарушения. Так, например, при переходе нарушений в условиях Томусинского месторождения в результате проведенных работ по упрочнению в лаве 0-4-1 геологическое нарушение с амплитудой 3-4м было пройдено за 54 дня со среднесуточной нагрузкой на очистной забой 3400т.

Общий расход смолы на упрочнение зоны нарушения составил 13т. При переходе нарушения месячная добыча угля из очистного забоя 0-4-1 составила 102 тыс.т. Таких показателей работы при переходе нарушений в условиях Томусинского месторождения еще никто не добивался.

УДК 622.418

ПРИМЕНЕНИЕ РОТАЦИОННЫХ НАСОСОВ В ВАКУУМ-НАСОСНЫХ СТАНЦИЯХ

Туманов П.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Щербина Г.С.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В современном мире основным направлением в горнодобывающей промышленности является рост добычи угля с одновременным уменьшением расходов. Для повышения эффективности добычи угля приоритетным стала концентрация производства на одном очистном участке с применением высокопроизводительных очистных комплексов. Одновременно с наращиванием темпов добычи ухудшаются и горно-геологические условия работы.

Рост глубины разработки и интенсификация процессов выемки приводят к значительному увеличению метановыделения. С каждым годом растет число сверхкатегорных шахт. Метод вентиляции в таких условиях не обеспечивает нормальные условия работ. При превышении предельно допустимых значений концентрации метана в шахте происходит отключение оборудования, что влечет за собой простой, а, следовательно, и уменьшение добычи. Таким образом, метан становится ограничивающим фактором в росте производительности очистных комплексов.

Для обеспечения нормальных условий работ и уменьшения метановыделения применяется ряд мероприятий по дегазации угольных пластов. Содержание метана в атмосфере подземных выработок должно соответствовать нормам. Допускаемая объемная доля метана в вентиляционной струе, исходящей из очистной или тупиковой выработки, камеры, выемочного участка должна быть не более 1%.

Газообильность горных выработок может быть снижена одним или несколькими известными методами дегазации угольного массива и вмещающих пород, не разгруженных от горного давления; спутников угольных пластов; выработанных пространств; породного массива, например, способом дегазации

выработанного пространства скважинами, пробуренными в купол обрушения.

Суть способа заключается в следующем: над куполами или в купола обрушения пород бурятся короткие скважины, с помощью которых извлекается метан, проникающий в выработанное пространство из дегазируемых спутников. Концентрация метана в отсасываемой смеси может составлять 20 – 40%.

Каптируемая при дегазации метановоздушная смесь транспортируется от скважины на поверхность по газопроводам под давлением меньше атмосферного, создаваемого вакуум-насосами, расположенными в вакуум-насосной станции. Основным элементом вакуум-насосной станции является вакуум-насос. Вакуум-насосная станция во всех случаях располагается на поверхности шахты. Она размещается в специальном здании, которое должно удовлетворять требованиям техники безопасности.

На сегодняшний день наибольшее распространение получили водокольцевые вакуумные насосы типа ВВН, но, однако, они имеют ряд недостатков, снижающих эффективность их работы, таких, как:

- для нормальной и бесперебойной работы насоса требуется постоянное наличие специально подготовленной воды определенной температуры, а, учитывая низкую температуру в зимний период и удаленность вакуум-насосных станций от промплощадки шахты, осуществлять бесперебойную подачу теплой воды становится проблематично;

- в случае эксплуатации вакуум-насоса без воды резко возрастает вероятность взрыва, поэтому требуется постоянный контроль над работой установки и сложность автоматизации процесса работы установки;

- большие габариты вакуум-насосной станции, а также большой вес узлов;

- наличие множества узлов, таких как: дополнительный насос для заливки, системы трубопроводов, заглушек, водоотделителя, которые повышают вероятность отказа станции;

- в холодное время года на свече образуется наледь;

- при дальнейшем использовании метана возникает необходимость в осушении газа, для чего требуются дополнительные установки.

Учитывая современные потребности шахт, а также ставшие приоритетными направления по автономной работе вакуум-насосных станций, экологичности работы и утилизации метана, а в перспективе и его добычи, становится явной потребность в модернизации вакуум-насосных станций.

Для целесообразного поиска и анализа оборудования, которым можно заменить водокольцевые насосы, необходимо выделить основные направления по улучшению существующих вакуум-насосных станций:

- вакуум-насосная станция должна быть оснащена средствами защиты от взрыва метана;

- оборудование должно быть автономно в работе и отслеживать количество перекачиваемого газа;

- оборудование должно быть оснащено системой постоянного мониторинга концентрации газа;

- вес узлов станции должен быть максимально снижен, для упрощения

монтажа и демонтажа на случай ремонта;

- оборудования и системы по управлению должны обеспечивать бесперебойную работу вакуум-насосной станции, для чего требуется создание резервных агрегатов;

- эксплуатация вакуум-насосов должна быть максимально упрощена;
- максимально снижены расходы по монтажу и демонтажу станции;
- обеспечение регулирования производительности насосов в зависимости от метановыделения.

В результате анализа патентной и технической литературы, а также современного рынка оборудования по дегазации угольных шахт, наиболее целесообразным является применения ротационных насосов.

Оснащение вакуум-насосных станций ротационным насосом позволяет исключить потребность в воде, что значительно упрощает эксплуатацию установки, но совместно с этим возникает опасность взрыва метана и распространения его в шахту. Для предотвращения взрыва и повышения безопасности установка оснащается огнепреградителями.

Работа огнепреградителя основана на явлении рассеивания взрыва при прохождении через щели. Огнепреградитель устанавливается до и после ротационного насоса, причем как можно ближе к нему. Для того чтобы огнепреградитель не засорился твердыми частицами, поступающими с метановоздушной смесью, а также для продления бесперебойной работы ротационного насоса, система оснащается фильтрами.

Привод ротационного насоса осуществляется от электродвигателя переменного тока, через ременную передачу. В свою очередь двигатель оснащается тиристорным частотным преобразователем, что позволяет бесступенчато регулировать частоту вращения двигателя, а, следовательно, и производительность ротационного насоса.

Отсутствие воды как рабочего тела и применение бесступенчатой регулировки частоты вращения электродвигателя позволяют варьировать производительностью всей вакуумно-насосной станции в широких пределах, что в свою очередь дает возможность максимально автоматизировать работу установки. Для этой цели вакуум-насосная станция оснащается системой мониторинга за концентрацией метана в трубопроводе, что позволяет регулировать производительность установки в зависимости от реального газовыделения.

Применение малогабаритных ротационных насосов, требующих маломощные электродвигатели, а также наличие ременной передачи позволяет компоновать установку так, чтобы было возможно поместить все оборудование в транспортабельный бокс, одновременно обеспечивая свободный доступ к нему. Таким образом, большая часть монтажа станции осуществляется на заводе, тем самым сокращаются сроки монтажа на месте, а, следовательно, и затраты.

Вакуум-насосная станция оснащается несколькими насосами, что позволяет осуществлять бесперебойную работу установки при ремонте или техническом обслуживании одного из насосов, а так же обеспечивает большой запас производительности.

Таким образом, применяя все вышеперечисленное оборудование совместно, достигается бесперебойная и безопасная работа установки типа МДРС, в которой применяется ротационный насос немецкой фирмы RKR типа F50-27/R200-G с внутренним износостойким покрытием. Установка прошла испытания и рекомендуется для применения на шахтах Кузбасса.

УДК 622.34

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДЗЕМНОГО ОБОГАЩЕНИЯ НА ГОРНОРУДНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Парасков С.Н.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Власкин Ю.К.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

С увеличением глубины горных работ и снижением содержания полезных компонентов в руде затраты на транспорт, подъем и размещение на поверхности отходов горно-обогажительного производства в виде отвалов пустых пород и хвостохранилищ достигают до 25% от себестоимости продукции. По негативным воздействиям на окружающую природную среду горная промышленность в целом занимает первое место среди других отраслей промышленности. Учитывая эти обстоятельства, на некоторых предприятиях осуществляется перенос процесса обогащения под землю даже при наличии действующей фабрики на поверхности.

Подземные обогажительные фабрики эксплуатируются на зарубежных рудниках Сонро (Канада, 1,35 тыс. т/сутки; дробление, измельчение, флотация в двух подземных камерах размерами 70 x 12,2 x 6 м и 46 x 9,2 x 6,6 м), Мадригал (Перу), Салофоса (Италия) [1]. Известна подземная обогажительная фабрика Андина (Чили) с производственной мощностью 3 млн. т./год. В России выполнены проектные работы для освоения ряда рудных объектов на базе подземных горно-обогажительных комплексов.

Технологическая схема подземной дробильно-обогажительной фабрики предприятия применительно к условиям Таштагольского рудника сводится к следующему. Добытая рудная масса поступает в дробилки крупного дробления, расположенные на горизонтах. По рудоспускам руда поступает в приемный бункер. Далее через бункер по питателю руда поступает в камеры комплекса среднего дробления, затем в камеры комплекса мелкого дробления и далее в камеры комплекса сухой магнитной сепарации. Хвосты направляются в камеру складов хвостов обогащения, затем к закладочному комплексу. После смешивания закладочная смесь по трубопроводу с помощью энергии сжатого воздуха направляется в отработанные камеры в качестве закладочного материала. К хвостам в качестве вяжущего материала добавляют молотый граншлак. Концентрат выдается на поверхность по стволу «Сибиряк».

Подземная дробильно-обогажительная фабрика располагается в десяти горизонтальных камерах. Из одного цеха в другой материал передается

питателями длиной около 30 м каждый. Производственная мощность фабрики 3 млн. т руды в год. Общий объем выработок для размещения обогатительной фабрики составит 29390 м³, что в 1,5 раза меньше, чем строительный объем фабрики такой же производительности на поверхности. Вероятно это объясняется отсутствием длинных транспортных галерей и более целесообразной компоновкой оборудования. При проектной производительности шахты в 2,1 млн. т./год и содержании железа в рудной массе не менее 43%, количество выдаваемого на поверхность концентрата с содержанием железа 62,8% будет составлять 1,36 млн.т./год, а количество хвостов обогащения с содержанием железа не более 9% будет 0,74 млн.т./год, что вполне удовлетворяет потребностям шахты в заполнителе для закладки выработанного пространства.

Для крепления камер необходимо использовать усиленное крепление. Для привязки кровли, бортов и почвы выработки к горным породам необходимо использовать канатные анкеры, длиной 50 м и шагом крепления 1 м. Также по всей площади камер необходимо крепление жесткими, литыми железобетонными перекрытиями толщиной 800 мм.

Камеры для размещения обогатительного оборудования, а именно приемный бункер, дробилки среднего дробления, мелкого дробления, камеры сухой магнитной сепарации, склад хвостов обогащения и закладочного комплекса, склад концентратов располагаются по высотной схеме, соответственно на абсолютных отметках -1270, -1280, -1290, -1295, -1300 и -1310 м (Рисунок 1).

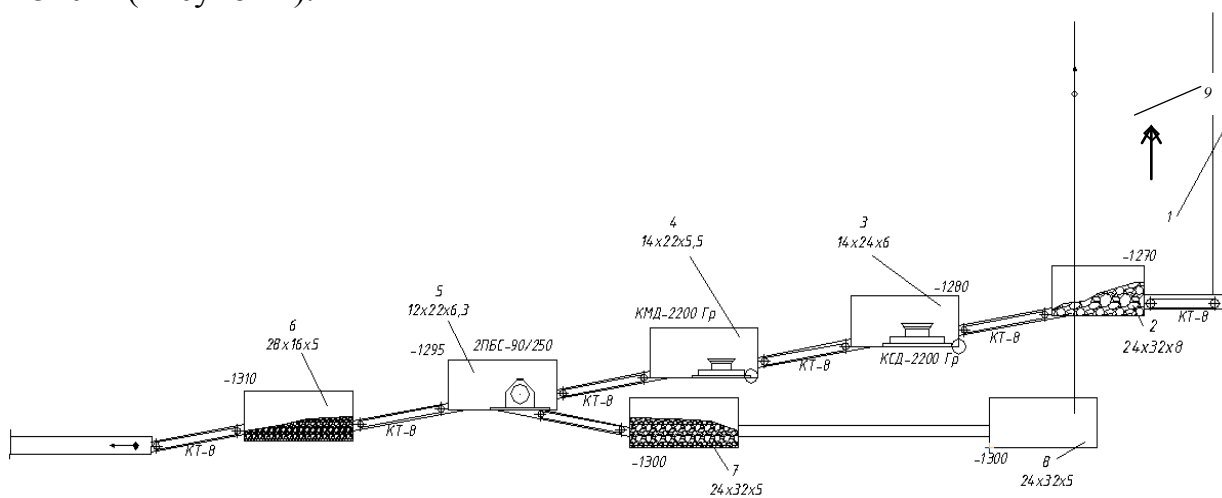


Рисунок 1– Схема цепи аппаратов подземной ДОФ:

- 1 – рудоспуск; 2 – приемный бункер; 3 – комплекс среднего дробления;
- 4 – комплекс мелкого дробления; 5 – комплекс сухой магнитной сепарации; 6 – склад концентратов; 7 – склад отходов; 8 – закладочный комплекс;
- 9 – трубопровод для транспортировки закладочной смеси

◊ → -закладочная смесь ; ◆ → -концентрат

Стоимость подъема 1 т концентрата по стволу «Сибиряк» составит 6,8 руб/т.км., т.е. из-за отсутствия необходимости подъема при подземном

обогащении 740 тыс. т хвостов с глубины 1800 м от поверхности, также получается экономический эффект в 9,06 млн. руб/год или 12,2 руб/т. Нет необходимости в поверхностных хвостохранилищах, а значит отчисления на охрану окружающей среды за пользование земельными ресурсами в размере 6,34 млн. руб/год или 4,6 руб/т.

При рассмотрении подземного дробильно-обогажительного комплекса были выявлены его преимущества и недостатки, по сравнению с аналогичной фабрикой в наземных условиях, которые сведены в таблицу.

Таблица 1 – Техничко-экономическое сравнение подземной и наземной ДОФ

Показатели	Подземная ДОФ	Наземная ДОФ	Отношение подземной к наземной, ±%
Производительность, млн.т/год	2,1	2,1	0
Строительный объем, м ³	29390	43650	-33
Количество поднятой на поверхность рудной массы, млн.т/год	1,36*	2,1	-35
Удельные затраты на строительство, руб/т	7,8	12	-36
Заработная плата, руб/т	10,3	7,9	+31
Амортизация, руб/т	24,5	24,5	0
Электроэнергия, руб/т	4,1	4,1	0
Вспомогательные материалы, руб./т	3,5	3,5	0
Подъем хвостов обогащения на поверхность, руб/т	0	12,2	-
Отчисления в охрану окружающей среды, руб/т	0	4,6	-
Общая себестоимость 1 т концентрата	50,2	68,8	37

*) Осуществляется подъем только первичного концентрата

При строительстве подземной дробильно-обогажительной фабрики отсутствует необходимость подъема на поверхность 740 тыс.т. хвостов в год. Удельные капитальные затраты на строительство подземной дробильно-обогажительной фабрики составят 7,8 руб/т. Заработная плата с учетом подземного стажа возрастет на 31%, а общая себестоимость концентрата снизится на 37%, что выльется в экономию 25,28 млн. руб./год.

Библиографический список

1. Шварц Ю.Д. Подземные комплексы по добыче и переработке минерального сырья – предприятия 21 века [Текст] // Горная промышленность – 2000. – №1. – С 34 – 36.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПЕРЕХОДУ
ГЕОЛОГИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В УСЛОВИЯХ
ОАО ШАХТЫ «РАСПАДСКАЯ»**

Борщев М.Н., Никитина А.М.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Первоначально механизированные комплексы в основном применялись на участках пластов с наиболее благоприятными условиями. Расширение области применения привело к необходимости внедрять механизированные комплексы на пластах с незначительными по амплитуде геологическими нарушениями, переменными углами падения и непостоянной мощностью.

Переход геологических нарушений механизированными комплексами связан с осложнениями по управлению секциями крепи, необходимостью присечки боковых пород, возведением дополнительной крепи и укреплением пород для предотвращения вывалов непосредственной кровли, что приводит к снижению технико-экономических показателей работы очистных забоев. На разных шахтах, при переходе геологических нарушений, в идентичных условиях применяют технологию, часто приводящую к нерациональным затратам. Поэтому обобщение опыта перехода геологических нарушений механизированными комплексами и разработка рациональных технологических схем очистных работ для нарушенных пластов приобретают все большую необходимость.

Для упрочнения кровли и груди очистного забоя при переходе нарушений широкое распространение получили деревянные анкеры с закреплением по всей длине полиуретановым составом. Наряду с упрочнением полиуретаном и деревянными анкерами в Германии и Великобритании широко применяются укрепляющие смеси мелкозернистого природного ангидрита с цементом. Для заполнения пустот в кровле в Германии разработана технология возведения подушки из рукавов «Буллфлекс» или «Монтанпласт», заполняемых пенопластом. На ряде шахт и рудников США, Австралии и Финляндии для упрочнения вмещающих пород используются тросовые штанги. В нарушенном массиве поперек доминирующей системы трещин пробуривают ряд скважин, вводят в них тросы и заполняют цементом.

Анализ структуры запасов и динамики показателей, характеризующих целесообразность и эффективность добычи угля при существующем уровне техники и технологии, позволяет сделать вывод о невозможности обеспечения устойчивой добычи угля за счет вовлечения в отработку только «технологических» запасов угля. Большое количество запасов находятся в зонах горно-геологических нарушений, особенно в пределах Распадского месторождения, что создает трудности при отработке таких месторождений.

При отработке выемочных участков была применена технология упрочнения неустойчивого горного массива инъекционным клеем Wilkit-E и

укрепления горного массива в зонах нарушений на основе армирования и обработки массива твердеющими полимерными смолами (ПУР-патронами).

При работе в очистном забое на нарушенных участках использовалась технология упрочнения горного массива полимерной смолой Wilkit-E (рисунок 1).

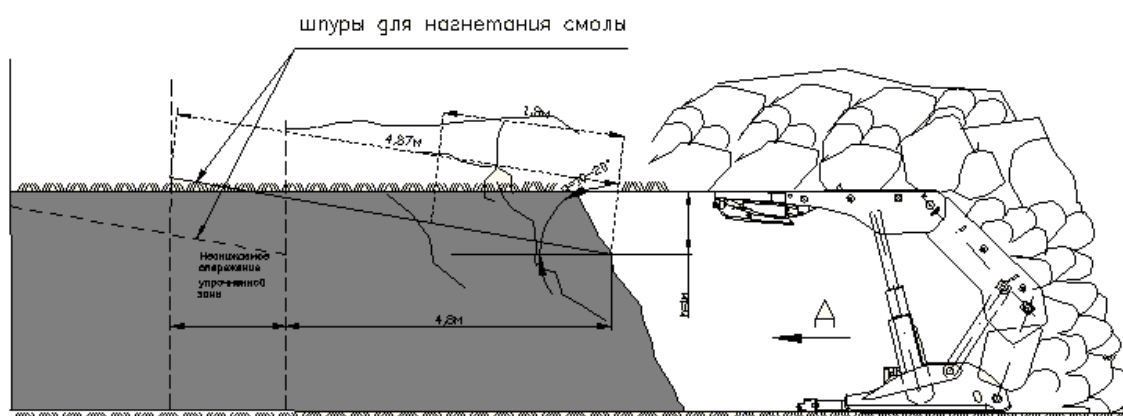


Рисунок 1 – Упрочнение массива смолами в очистном забое

Анализ опыта применения данной технологии для предотвращения обрушений угля показывает, что в некоторых случаях его эффективность оказалась недостаточной. Это объясняется следующим: во-первых, в области нарушения, где уголь сильно перемят и раздроблен, трудно добиться качественной обработки пласта полимерным раствором из-за преждевременного выхода раствора на забой; во-вторых, неустойчивые породы кровли (почвы) создают дополнительную нагрузку на угольный пласт, сползая увлекают его за собой. Кроме того, угольные пласты, склонные к обрушениям угля, состоят, как правило, из нескольких пачек с различными фильтрационными характеристиками, что определяет неравномерность и плохое качество насыщения пласта полимерным раствором. Этот вывод подтверждается случаями обрушений [1, С. 24-26].

Таким образом, в сложных горно-геологических условиях физико-химическая обработка не всегда эффективна.

Так же при работе в очистных забоях использовалась технология с применением ПУР-патронов (рисунок 2).

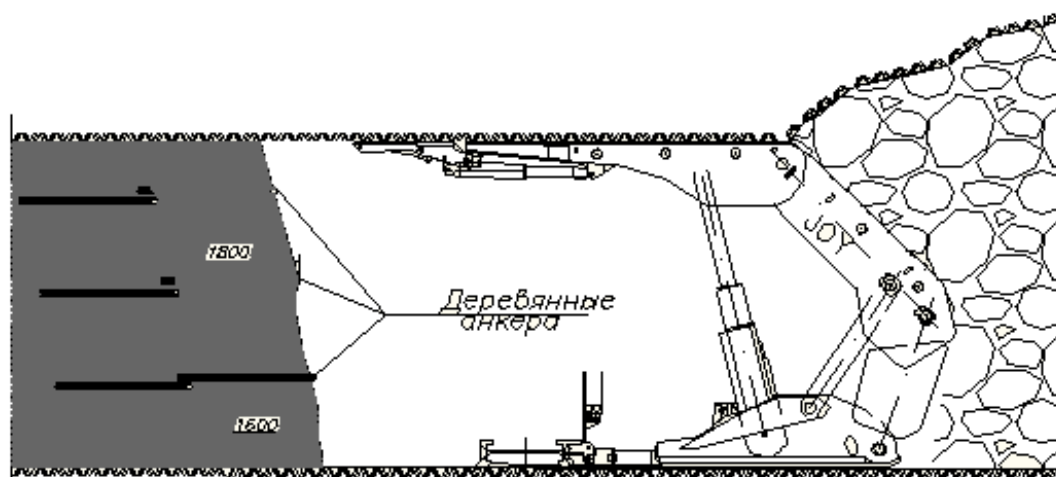


Рисунок 2 – Установка ПУР-патронов в зоне нарушения

Анализ опыта применения данной технологии показывает, что применение ПУР-патронов эффективно при интенсивном отжиме угля в области нарушения, но оно не позволяет связывать породы кровли в области нарушения, поэтому наиболее эффективным показало себя совмещение технологии упрочнения горного массива полимерной смолой Wilkit-E и технологии армирования и обработки массива твердеющими полимерными смолами (ПУР-патронами).

При отработке выемочного участка использовалась технология заполнения пустот вспенивающейся фенольной смолой Карбофил. Данная технология показала высокую эффективность при выходе выемочного участка из горно-геологического нарушения и является наиболее приоритетной при выборе технологических решений при пересечении горно-геологических нарушений.

Возведение крепи осуществляется с помощью специального оборудования – пневматических насосов «Текфлекс». В качестве компонентов полимерного покрытия «Текфлекс» используют латекс и цемент со специальными химическими добавками [3, С. 4].

Фенольная смола Карбофил, изображенная на рисунке 3, состоит из двух жидких компонентов (смола и катализатор), которые в объемном соотношении 4:1 при помощи специального насоса подаются в заполняемую пустоту [2, С. 2]. После выхода из смесителя компоненты немедленно реагируют с увеличением объема и создают пенную массу. Для проведения работ применяется двухкомпонентный насос с пневматическим приводом SK90 4:1. В комплектацию насоса входят: бачок для подготовки компонента А со встроенным миксером, всасывающие шланги, обратные клапаны и высоконапорные краны на патрубках насоса. Подача смолы Карбофил не требует специальных подготовительных работ, поскольку сразу после перемешивания компонентов подается во вспененном вязком состоянии, не растекаясь.

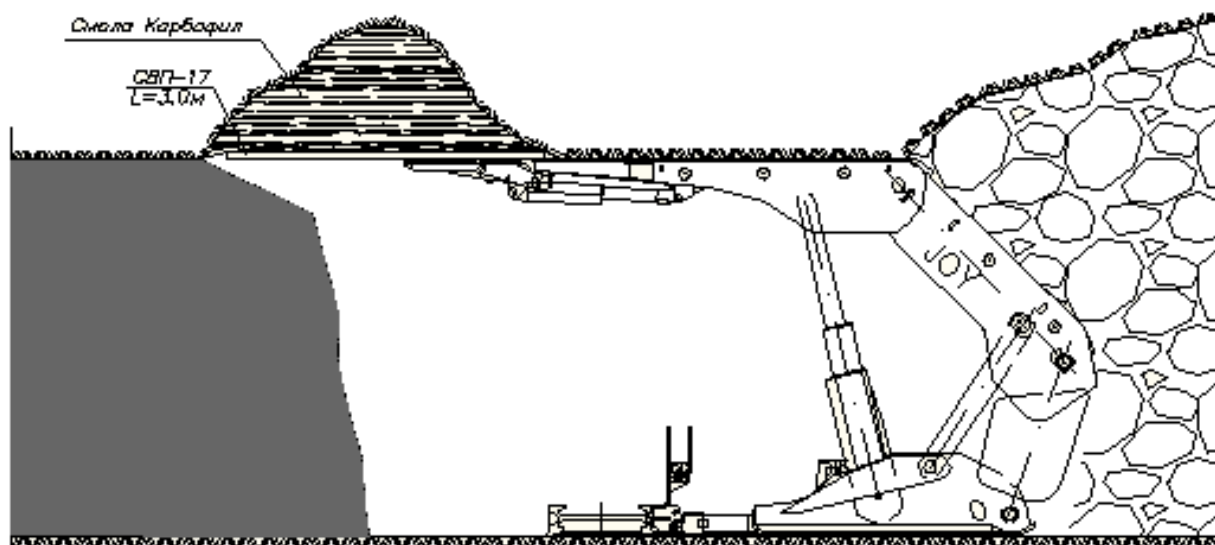


Рисунок 3 – Заполнение купола смолой Карбофил

Применение данной технологии обеспечивает создание безопасных

условий труда при работе в местах горно-геологических нарушений, в результате чего не снижается нагрузка на очистной забой, производительность труда, снижаются материальные затраты, снижается производственный травматизм в условиях ОАО шахты «Распадская».

Библиографический список

1. Шундулиди И.А. Управление состоянием нарушенного угольного массива при помощи органоминеральной смолы Wilkit-E // Уголь. - 2003. - №5. – С.24-26.

2. Патент Fr 011433 Франция, С. 19.12.2008 Бюл. №1. Вспенивающаяся фенольная смола «Карбофил» / Булан Ален Кристиан Мишель Ги. - № 200702516; заявл. 30.05.2006; опубл. 27.02.2009. – 8с.; 1л.ил.

3. Паспорт по возведению набрызг-полимерной крепи «Текфлекс» и сталеполимерной анкерной крепи: Паспорт / ЗАО «Распадская-Коксовая». - 2009. – 8с. – 1л. ил.

УДК 622.807

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО БОРЬБЕ С УГОЛЬНОЙ ПЫЛЬЮ В УСЛОВИЯХ ОАО ШАХТЫ «РАСПАДСКАЯ» В ГРАНИЦАХ БЛОКА 6

Черепанов Д.С., Никитина А.М.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Никитина А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Оснащение угольных шахт высокопроизводительной проходческой техникой и большой объем взрывных работ привели к сильному возрастанию запылённости подготовительных выработок, превратив их в объект повышенной пожаро- и взрывоопасности. Так, с увеличением нагрузки в 4-5 раз выделение метана в подготовительных забоях составляет от 10 до 12 м³/мин, а пылевыведение – от 100 до 150 г/мин. Применяемые в таких условиях средства не в состоянии поддержать допустимую нормативную атмосферу. В результате подготовительная выработка и выработка выемочного участка с исходящей струей воздуха на всём протяжении покрыты отложившейся угольной пылью или в определённых условиях имеет метановый слой, который может концентрироваться в определенных областях горных выработок. Это означает, что длина зоны со взрывчатой смесью имеет неограниченную длину.

Применяемые в настоящее время способы и средства пылеподавления, к сожалению, недостаточно эффективны и не являются составной частью технологического процесса проведения подготовительных и очистных выработок. Поэтому потенциальная опасность взрывов метанопылевоздушных смесей всегда остается, требуя разработки качественно новых способов борьбы с пылью, обеспечивающих темпы проведения подготовительных выработок от 10 до 15 метров в сутки. Конечно технологические процессы при проведении

выработок с указанной скоростью предъявляют особые требования к охране труда и технике безопасности, обусловленные спецификой разрушения горного массива, погрузкой и транспортировкой горной массы и креплением забоя. Эти работы выполняются в тупиковых забоях протяженных выработок с местным проветриванием и связаны с большим выделением пыли и газа, опасными операциями при буровзрывной отбойке и использованием тяжелого ручного труда.

Исходя из вышесказанного можно сделать вывод, что существующие на шахте «Распадская» методы борьбы с угольной пылью недостаточно эффективны и требуют множества затрат для борьбы с последствиями пылевыведения, такими как пылеотложение на поверхности горных выработок и элементов оборудования. На основе проведенных исследований научным центром ВостНИИ существующие методы борьбы с отложившейся пылью, такие как осланцовка горных выработок, показали свою неэффективность в ряде случаев, что при стечении способствующих обстоятельств привело к взрыву угольной и сланцевой пыли, перемешанной слоями. Все эти факторы создают потенциальную опасность для жизни рабочих, а также обильное пылевыведение приводит к росту профессиональных заболеваний, таких как силикоз и антракоз легких.

Целью данной работы является разработка действенных технологических решений, направленных на снижение отложения угольной пыли в горных выработках шахты «Распадская», что позволит снизить риск аварийных ситуаций, а также уменьшить вредное воздействие угольной пыли на здоровье работающих во вредных условиях людей.

Решения, принятые в «Проекте комплексного обеспыливания» в основном направлены на пылеподавление в местах разрушения угольного массива посредством орошения на комбайне под зубок, промывку скважин при бурении и применение автоматических систем орошения на перегрузках ленточных и скребковых конвейеров. На исходящих струях из подготовительных забоев устанавливается ороситель типа ОКВ-7, очистных забоев - лабиринтно-тканевая завеса [3, С. 156-158].

Данные мероприятия не позволяют полноценно подавлять угольную пыль, на основе замеров пылевыведения в очистных и подготовительных забоях, произведенных в районе рабочего органа комбайна и на исходящей струе воздуха; эффективность пылеподавления составляет от 40 до 50 %. Поэтому в выработках шахты большая часть пыли откладывается на бортах, почве и оборудовании. Борьба с ней требует высоких затрат по приведению этой пыли в безопасное состояние, коэффициент осланцовки составляет 87 процентов [1, С. 56-58].

Проблема на ОАО шахте «Распадская» по пылеподавлению остается открытой, закуплено много высокопроизводительной техники иностранного производства, например проходческие комбайны АБМ-20 и JOY, которые разработаны с системой пылеулавливания в виде навесного на комбайн оборудования, но в целях экономии были закуплены комбайны без данного навесного оборудования.

Эффективность существующего метода с применением орошения

комбайна под зубок и пылеподавление исходящих из забоев струй воздуха с помощью лабиринтно-тканевой завесы и ОКВ-7 в очистном и подготовительном забое составляет 50 и 40 процентов соответственно. Такое положение требует переходить на совершенно новый уровень борьбы с угольной пылью.

Рассмотренные в данной работе методы борьбы с пылью показали высокую эффективность стационарных пылеулавливающих систем на основе мокрого улавливания пыли из воздуха подготовительного забоя с помощью пылеулавливателя ДПУ-1000 отечественного производства, изображенного на рисунке 1, достигающую 96 %, и на выемочном участке мокрый обеспыливатель Ноеко-Vent импортного производства, изображенный на рисунке 2, с эффективностью 99 % пылеподавления [2, С. 3-7].

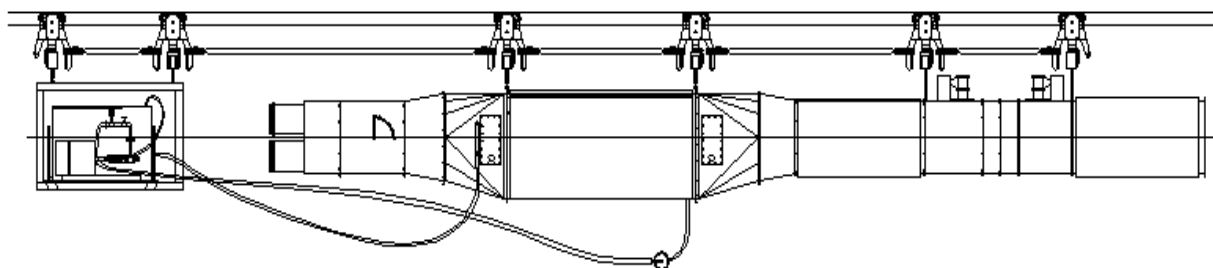


Рисунок 1 – Пылеулавливатель типа ДПУ-1000 в проходческом забое

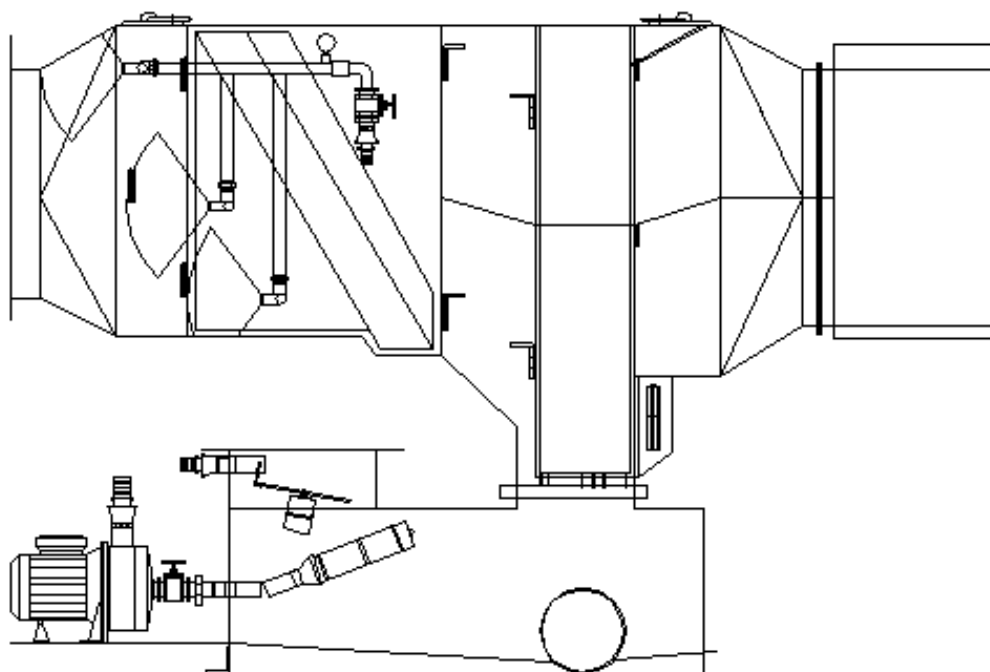


Рисунок 2 – Стационарный обеспыливатель мокрого действия Ноеко-Vent

Данные нововведения на ОАО шахта «Распадская» по применению новых технологий пылеотсоса с последующим обеспыливанием захваченной вентиляционной струи позволят снизить пылеотложения в очистных и подготовительных забоях соответственно с 50 до 99 % и с 40 до 96 %. Это

позволит предотвратить распространение угольной пыли по сети горных выработок шахты, что снижает риск аварийности всего предприятия, а также снизит риск получения профессиональных заболеваний рабочих, занятых на подземных горных работах.

Библиографический список

1. Правила безопасности в угольных шахтах: Книга 3 / Инструкции по борьбе с пылью и пылевзрывозащите. - Липецк: Липецкое изд-во, - 1999. – С. 56-58.
2. Сергеев И.В. Направления научных исследований в области рудничной аэрологии и обеспечения безопасности горных работ: Научн. сообщ. / И.В.Сергеев. - ННЦ ГП-ИГД им. А.А.Скочинского. - М.- 2000. - Вып.2. - 315. - С. 3-7.
3. Проект комплексного обеспыливания ЗАО «Распадская»: Проект / НЦ «ШахтПожСервис». – 2007. – С. 156-158.

УДК 622.272.2.023

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ИДЕНТИФИКАЦИИ СТРУКТУРЫ И СОСТАВА УГЛЕПОРОДНОГО МАССИВА

Корнеев П.А., Корнеев В.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Пугачёв Е.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Повышение безопасности ведения горных работ при подземной разработке месторождений полезных ископаемых – одна из основных задач, решаемых в горной промышленности. Другая, не менее важная задача - решение проблем реструктуризации горной промышленности России: создание конкурентоспособного эффективного производственного комплекса, который бы обеспечивал удовлетворение спроса при резком снижении затрат на добычу полезного ископаемого. Сложность горно-геологических условий, сопутствующая современным технологиям разработки месторождений, обусловлена увеличением глубины залегания полезных ископаемых, усилением горного давления и общим снижением устойчивости горных пород. Всё это нарушает стандартную методику ведения горных работ и требует дополнительных мероприятий по уточнению геомеханической обстановки в забое. Так, редкая сеть разведочных скважин на стадии проведения геологоразведочных работ не позволяет детально определить структуру и состав породного массива, что на практике приводит к преждевременным обрушениям. Кроме того, формирование газовых коллекторов по неустановленным контактам способствует динамическим выделениям метана в горной выработке с последующим взрывом и групповым несчастным случаем. Профилактика аварийных ситуаций в угольных шахтах путём уточнения структуры горных пород и прогнозирования их поведения при помощи

исследований проводимых в шпурах, является весьма актуальной задачей на современном этапе развития горнорудного комплекса России. В этой связи кафедрой электромеханики Сибирского государственного индустриального университета ведется работа по созданию прибора для идентификации структуры и состава углепородного массива.

Многочисленные методики и технологии, накопленные в данной области отечественными и иностранными учёными, базируются как правило на поиске взаимосвязи между типом горной породы, залегающей в кровле, и её физическими свойствами.

Данную взаимосвязь принято относить к геофизическим методам исследования. В настоящее время такие методы применяются для решения различных задач инженерно-геологического характера. В источнике [1, С. 11] выделено пять классов физических свойств горных пород, на которых базируются геофизические методы исследования. Среди них можно выделить следующие свойства: плотностные; механические; тепловые; электромагнитные и радиоактивные.

Помимо геофизических методов исследования, следует отметить и телеметрию, целевым назначением которой является оперативный сбор данных о состоянии объекта, а так же отображение этого состояния в реальном времени в наиболее удобном для восприятия персоналом виде.

Вышеперечисленные методы могут применяться при проведении исследований в лабораторных условиях путем анализа образцов горных пород, извлечённых из горных выработок. Однако не все эти методы могут быть задействованы при идентификации структуры и состава углепородного массива непосредственно в шпурах пробуренных из горных выработок. Например, геофизический метод, базирующийся на электромагнитных свойствах горных пород – магнитометрия, не может быть использован при исследовании шахтного массива горных пород, из-за наличия электромагнитных полей вблизи металлических конструкций (шахтные крепи, комбайны и др.).

Известно, что существующие методы исследования углепородного массива имеют свои недостатки, поэтому выбор наиболее приемлемого из них в качестве основы для проектируемого прибора, является весьма непростой задачей:

При гравиметрии возникает проблема, связанная с проведением измерения и интерпретацией полученных результатов в криволинейных выработках небольшого сечения [1, С. 305]. Кроме того гравиметрия не позволяет определить структуру углепородного массива;

При сейсмометрии проблема состоит в правильной корреляции сейсмограмм [1, С. 68], а результаты, полученные данным методом, зачастую несут в себе погрешности в виду наличия множества помех [1, С. 69];

Применение электроразведки для решения задач идентификации структуры и состава углепородного массива не способно дать достоверные результаты в связи с присутствием погрешностей, вызванных влажностью и электрическим сопротивлением растворов солей, которые насыщают поры и трещины породы [1, С. 198];

При использовании радиометрии, прибор-радиометр необходимо через

определённое время эталонировать, при этом используется стандартный эталон и рабочий эталон, которые создают достаточно высокий радиоактивный фон, небезопасный для человека. Хранение стандартного эталона строго регламентируется. Кроме этого радиометрия не позволяет получить информацию о составе углепородного массива;

Исследование углепородного массива при помощи термометрии осложняется термическими помехами, связанными с неравномерным тепловым обменом земной поверхности с атмосферой и метеорологическими условиями. Помимо помех при бурении скважины происходит нарушение температурного равновесия, которое зависит от времени и способа бурения, условий циркуляции промывочной жидкости и вентиляции горных выработок [2, С. 230-233]. Кроме вышеперечисленных недостатков необходимо отметить и то, что при термометрических исследованиях невозможно определить состав углепородного массива.

Механические испытания горных пород в шпуре являются еще одним способом исследования окрестностей подземных горных выработок. Получение сведений о физико-механических свойствах залегающих пород позволяет решить целый ряд горно-технологических задач, однако не дает возможности определить структуру углепородного массива. Кроме того существенным недостатком данного метода является наличие предварительных лабораторных испытаний для тарировки прибора вследствие гидрогеологических особенностей, присущих различным районам, в которых осуществляются исследования [3, С. 276].

Проведение исследований с использованием телеметрии имеет свои недостатки, которые обуславливаются повышенными требованиями, предъявляемыми к качеству очистки шпура. Основным же достоинством телеметрии по сравнению с перечисленными методами является портативность системы и достоверность информации, так как исследователь имеет возможность напрямую, а не опосредовано как в других методах, наблюдать состав и структуру углепородного массива.

Краткое рассмотрение геофизических методов в данной статье наглядно демонстрирует преимущества телеметрических исследований при определении структуры и состава углепородного массива, в связи с чем телеметрия, как метод исследования, принята за основу механизма идентификации структуры и состава горных пород с помощью прибора, разрабатываемого авторами. Решение данной задачи осуществляется путем использования миниатюрной видеокамеры, погружаемой в шпур, сигнал от которой будет обрабатываться ЭВМ с помощью специально разработанной программы. Результатом обработки сигнала является получение компьютерной модели состава и структуры исследуемых через шпур горных пород.

Библиографический список

1. Байконуров О.А., Мельников В.А. Основы горной геофизики. [Текст] /Алма-Ата: Наука. 1970. – 326 с.
2. Геофизические методы исследования [Текст]. Под ред. В.К. Хмелевского – М.: Недра, 1988. – 295 с.

3. Ильницкая Е.И., Тедер Р.И., Ватолин В.С., Кунтыш М.Ф. Свойства горных пород и методы их определения [Текст]. Под ред. М.М. Протодыяконова – М.: Недра, 1969. – 392 с.

УДК 621.3

ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В УГОЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Алюханов К.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Пугачев Е.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Авария на Саяно-Шушенской ГЭС и повсеместное увеличение тарифов на электроэнергию вызвали необходимость оптимизации систем электроснабжения и энергопотребления. В связи с этим с целью снижения электропотребления возникает задача внедрения автоматизированных систем контроля и управления энергоснабжением (АСКУЭ) при сохранении тех же и даже наращивании темпов добычи полезных ископаемых [1]. Создание автоматизированной системы учёта электроэнергии обусловлено необходимостью ведения оперативного контроля и управления энергопотреблением, что позволит снизить максимальную заявленную мощность и выровнять график нагрузки. Режимы нагрузок угольных шахт характеризуются заметной неравномерностью потребления как суточной, так и недельной [2]. С увеличением неравномерности электропотребления возрастают затраты на производство, передачу и распределение энергии. В этой связи большое значение для обеспечения экономичной работы систем внешнего электропотребления имеет выравнивание электрических нагрузок и внепиковое потребление.

Данная проблема угольных шахт требует нестандартного решения. Основное назначение АСКУЭ – контроль и учет электропотребления и выдача «советов» на отключение энергоёмких установок (потребителей-регуляторов) для исключения перерасхода электроэнергии шахтой. Однако не все установки шахты можно отключать, что определяется требованиями «Правил безопасности в угольных шахтах», «Правил технической эксплуатации электроустановок» или нарушением режима работы установок, связанных между собой технологически. Поэтому не всегда удается обеспечить рациональное использование электроэнергии и исключить ее перерасход. В связи с этим возникает необходимость регулирования потребляемой мощности в целях снижения энергопотребления без отключения потребителей. В данной работе предлагается создать локальную автоматизированную систему контроля и управления электроснабжением шахты на основе газоаналитической шахтной многофункциональной системы «Микон III» в качестве системы сбора данных и диспетчерского управления. Предлагаемая система так же включает в себя: коммутационные аппараты плавного пуска типа КАППВ-УХЛ5-ВВ;

комплектные распределительные взрывозащищенные устройства типа КРУВ-6М-УХЛ5-ВВ; комплектные распределительные устройств типа КРУ 6/10-УХЛ5-ВВ с функцией учета электроэнергии и, оборудованных устройствами передачи данных, интегрированных с системой «Микон III», а так же устройствами для регулирования режимов работы технологических установок с целью рационального электропотребления шахты. Это позволит минимизировать расход электроэнергии в часы максимальной нагрузки на энергосистему.

Структура потребления электроэнергии при функционировании технологических процессов и установок шахты приведена в таблице 1 [3].

Таблица 1 – Потребление электроэнергии технологическими процессами и установками шахты

Наименование технологического процесса	Доля потребления электроэнергии в общешахтном объеме, %
Очистные и подготовительные работы	8 – 14
Подземный конвейерный транспорт	10 – 15
Скиповой подъем	8 – 20
Компрессорные установки	3 – 6
Проветривание	15 – 35
Водоотлив	7 – 25
Технологические процессы на поверхностном комплексе	3 – 8

Структура потребления показывает, что наиболее энергоемкими процессами являются подземный конвейерный транспорт, проветривание выработок и водоотлив. Следовательно, для оптимизации общего электропотребления шахты необходимо регулировать режимы работы **магистральных конвейерных линий, главных вентиляторных и главных водоотливных установок**. Вентиляторные и водоотливные установки являются потребителями первой категории и в полной мере их нельзя назвать потребителями-регуляторами (ПР), так как отключение данных потребителей недопустимо.

На большинстве шахт расчет за электроэнергию производится по двухставочному тарифу, включающий плату за заявленный максимум. Особое внимание при решении задачи оптимизации системы энергоснабжения и энергопотребления уделяется ограничению электропотребления в часы наибольших электрических нагрузок в сетях энергоснабжающей организации. Зонный тариф заставляет предприятия снижать потребление электроэнергии в определенные периоды суток, где ставка по ее оплате наибольшая. Регулирование нагрузки на угольных шахтах осуществляется только в часы максимумов энергосистемы, но не используется для выравнивания внутришахтных графиков нагрузок в другие периоды суток. В результате возрастает неравномерность суточных и недельных нагрузок. Поэтому в энергосистемах без регулирования нагрузки во все периоды требуется увеличение пропускной способности отдельных элементов системы

энергоснабжения, для предотвращения их перегрузки, дополнительных потерь электроэнергии и снижения надежности электроснабжения [3].

Принимая во внимание все вышесказанное, комплекс работ по оптимизации систем электроснабжения и энергосбережения на шахтах должен быть направлен не только на снижение максимумов нагрузок, но и на повышение энергетических и технико-экономических показателей всей энергосистемы.

Библиографический список

1. Лаевский С.Б., Демченко Н.П., Бажецев Ю.Г. Автоматизация управления электроснабжением шахт. – М: Недра, 1992. – 296 с.
2. Энергорынок и тарифная политика Украины в сфере электроэнергетики. Киев, 2000г.
3. Пивняк Г.Г., Шкрабец Ф.П., Заика В.Т., Разумный Ю.Т. Система эффективного энергоснабжения угольных шахт. – Дн.: НГУ, 2004.- 206 с.

УДК 621.31

СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Бих В.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Пугачев Е.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В связи со сложившейся ситуацией в энергетической отрасли России, отчасти из-за аварии на Саяно-Шушенской ГЭС, отчасти из-за текущего увеличения тарифов, для всех промышленных предприятий Сибирского федерального округа, в том числе и для угольных шахт особенно актуальной стала проблема снижения энергозатрат по всем направлениям хозяйственной деятельности. Использование энергосберегающих технологий пропагандируется президентом и правительством, как в быту, так и в промышленности.

Поэтому на угольных предприятиях области большой интерес проявляется к системам автоматического контроля, учета и управления электроснабжением технологических процессов и установок. Сущность применения таких систем состоит в следующем – накапливание и обобщение информации об энергетических параметрах работы технологических объектов (токе, напряжении на зажимах электродвигателей, потребляемой ими мощности в зависимости от нагрузки) с целью последующего отключения отдельных потребителей в часы максимума активной нагрузки или в часы применения энергоснабжающей организацией наибольших тарифных коэффициентов (в случае применения дифференцированного тарифа) [1].

Сложность разработки алгоритмов работы таких систем заключается в

том, что не все установки шахты можно отключать, исходя из «Правил безопасности в угольных шахтах», «Правил технической эксплуатации электроустановок» и взаимодействия установок в рамках технологического процесса. Поэтому для адекватности принимаемых решений на верхнем уровне таких АСОДУ должен находиться специальный энергетический диспетчер, на которого возлагаются функции контроля и телеуправления коммутационной электроаппаратурой.

Нижний уровень системы формируют различные датчики состояния электрооборудования (измеряющие ток и напряжение, потребляемые двигателем, счетчики активной и реактивной энергии с цифровым выходом и средства контроля технологического объекта управления, датчик скорости ленты, датчик уровня воды в водосборнике, давления, расхода и т.д.), оборудование для непосредственного управления технологическим процессом – исполнительные механизмы и пусковая аппаратура.

На среднем уровне располагаются программируемые логические контроллеры, которые выполняют функции локальной автоматики и концентраторов сигналов.

На верхнем уровне как уже отмечалось, находятся IBM-PC совместимые компьютеры, которые являются АРМ энергодиспетчера и других удаленных пользователей, а также серверами для хранения данных[2].

Система автоматизированного контроля и управления электроснабжением может быть построена на базе программируемого логического контроля КУШ из состава системы многофункциональной шахтной Микон III. Измерительные преобразователи входят в состав высоковольтного распределительного устройства КРУВ-6М. Тогда функционально эта система может быть представлена на рисунке 1.

На данной схеме программируемый логический контроллер осуществляет прием информации от датчиков и управляет передачей этой информации в информационную сеть, а также вырабатывает управляющие воздействия (команды).

Барьер искробезопасности БИБ осуществляет гальваническую развязку линий связи между наземными и подземными узлами СПИН для обеспечения искробезопасности.

Блок БСЗ осуществляет преобразование сигнала с датчиков в постоянное напряжение, гальваническую развязку линий связи для обеспечения искробезопасности, а также защиту ПЛК от возможных перенапряжений при аварийных ситуациях.

Предлагаемая система выполняет следующие функции по контролю и управлению:

- контроль и учет расхода активной и реактивной энергии по производственным участкам и технологическим процессам;
- контроль состояния коммутационного устройства;
- выявление наиболее загруженных электропотребителей;
- определение фактических максимумов активной и реактивной мощности для основных элементов и узлов нагрузки энергосистемы на различных ступенях распределения и потребления электроэнергии;

- включение-выключение коммутационных устройств;
- формирование команд в систему автоматизации технологической установки на необходимость регулирования режима работы электропотребителя;
- формирование «советов» энергетическому диспетчеру по управлению электроснабжением шахты [3].

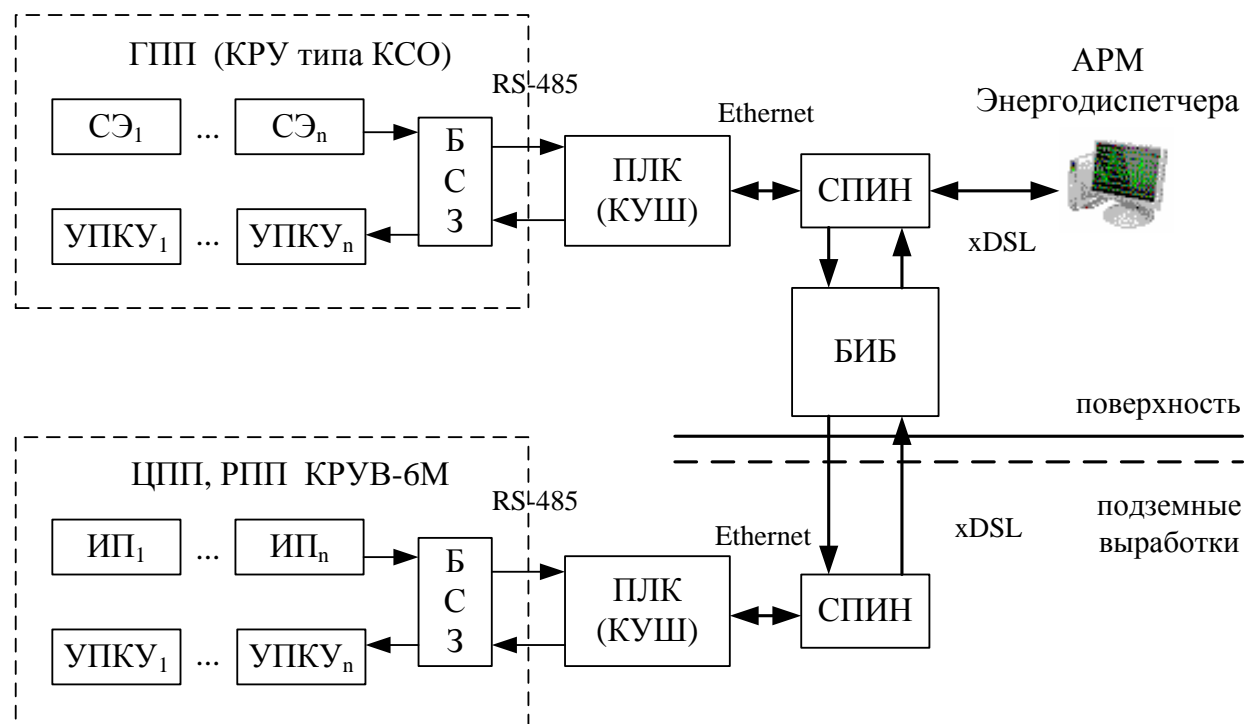


Рисунок 1 – Функциональная схема системы автоматизированного контроля и управления электроснабжением: СЭ – счетчик расхода электроэнергии поверхностными потребителями (с выходом RS-485 Modbus RTU); УПКУ – устройство передачи команд управления; БСЗ – блок согласования и защиты; ИП – измерительный преобразователь расхода электроэнергии подземными потребителями; ПЛК – программируемый логический контроллер; СПИН – подземный и поверхностный узел связи; БИБ – барьер искробезопасности

Принцип действия предлагаемой системы заключается в следующем: полученная от датчиков в шахте и на поверхности информация сохраняется в базе данных, затем анализируется и представляется компьютером в виде графиков и таблиц. При отклонении величины потребляемой энергии и мощности от заданных значений формируются команды по изменению режима работы данной установки. Команды могут быть отправлены как с обязательным подтверждением энергетического диспетчера, так и без него полностью в автоматическом режиме.

Таким образом, предлагаемая система позволяет решить задачи оптимизации режимов энергопотребления угольных шахт путем отключения отдельных электропотребителей исходя из накопленной средствами телеизмерения информации.

Библиографический список

1 Пивняк Г.Г. Методы и средства энергоконтроля подземной угледобычи [Текст]/ Г.Г. Пивняк // Электрика – 2006. – №6. – С. 3–7.

2 Проблема электроснабжения и электросбережения на горнорудных и металлургических предприятиях Кузбасса [Текст]/Под ред. Пугачева Е.В. – Новокузнецк, 2000г. – 186с.

3 Пивняк Г.Г. Системы эффективного энергообеспечения угольных шахт [Текст]/ Г.Г. Пивняк, Ф.П. Шкрабец, В.Т.Замка, Ю.Т. Разумный Дн.: НГУ, 2004 – 206с.

УДК 622.23

ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСКАВАЦИОННО-КАНАТНЫХ УСТАНОВОК ПРИ БЕСТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ ПОРОД ВСКРЫШИ НА ТАЛДИНСКОМ РАЗРЕЗЕ

Соснин К.В.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Чаплыгин В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

На Талдинском каменноугольном месторождении разрабатываются пласты пологого и наклонного залегания, в связи с чем на отдельных участках применяется бестранспортная технология разработки горных пород вскрыши с применением драглайнов.

Для расширения области распространения бестранспортной системы разработки с поперечным перемещением породы во внутренние отвалы была разработана и применена экскавационно - канатная установка (билайнов) (рисунок 1). Данным проектом предлагается технология ведения вскрышных работ с применением экскавационно-канатной установки ЭКУ-20, смонтированной на базе двух экскаваторов ЭКГ-12,5. Использование данной установки позволило практически полностью ликвидировать объемы по переэкскавации пород вскрыши, существенно увеличить высоту вскрышного уступа, обрабатываемого с внутренним отвалообразованием (до 60 - 100 м и более), увеличить глубину открытых работ и более полно использовать выработанное пространство для внутренних отвалов.

В выработанном пространстве имеются условия для размещения данной установки и пород вскрыши практически без существенного изменения существующей системы разработки и нарушения транспортных коммуникаций.

Конструкция такой установки состоит из следующих основных узлов: две башни на гусеничном или шагающем ходу, система канатов и ковш типа скреперного или драглайнового. Одна башня размещается на верхней площадке вскрышного уступа (в пределах следующей разрабатываемой заходки), а другая - на предыдущей отвальной заходке. На платформе такой установки расположена лебедка тяги (подъёма) с канатом, пропущенным через блок на ферме - стреле.

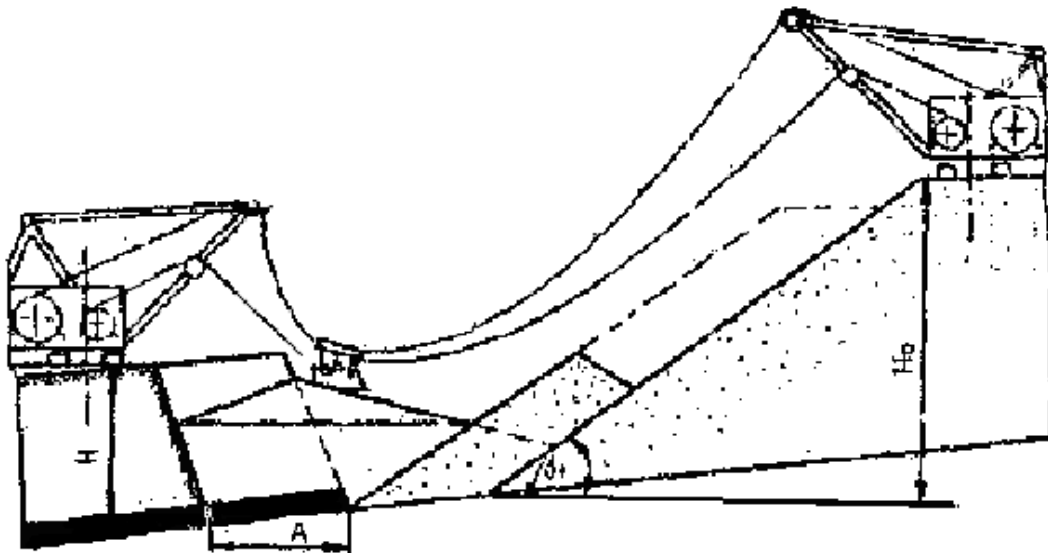


Рисунок 1 – Технология ведения работ с применением ЭКУ

Основой для создания установки может служить база современных экскаваторов ЭШ-10/70, ЭШ-15/90, ЭШ-40/85 или мехлопат типа ЭКГ-12,5, ЭКГ-20 и т.д.

Основные технические характеристики экскавационно-канатной установки ЭКУ-20 на базе экскаватора ЭКГ-12,5 приведены в табл. 1.

Отсутствие длинной стрелы на установке позволяет болел чем в 2 - 2,5 раза увеличить вместимость ковша по сравнению с базовой машиной. Поскольку установка во время работы перемещается только по не взорванной породе, т.е. по целику, база ее может иметь меньший диаметр. Перемещение ковша в одной плоскости на значительное расстояние дает возможность в 3 - 4 раза увеличить скорость его перемещения как в груженом, так и порожнем состоянии. Естественно, мощность лебедок, канатоемкость и скорость вращения барабанов подъема ковша и тяги должны быть, по сравнению с драглайном или мехлопатой, значительно увеличены.

Подготовка трассы для перемещения ЭКУ может производиться перевалкой пород на площадку разрабатываемой (взорванной) заходки или под откос дополнительным экскаватором. Она может формироваться и в процессе перемещения верхних транспортных уступов.

Таблица 1 – Основные технические характеристики

Показатели	Ед. изм.	Значение
Емкость ковша	м ³	20
Глубина черпания (мощность обрабатываемой вскрыши)	м	до 80÷100
Средняя продолжительность цикла	с	180
Расстояние между башнями	м	до 400
Диаметры канатов:	мм	
тягового		51
несуще-тягового		70

Продолжение таблицы 1

Показатели	Ед. изм.	Значение
Скорость перемещения ковша: Груженого порожного	м/с	2÷4 8÷10
Скорость перемещения башни	км/ч	до 1,5
Масса порожнего ковша	т	15
Наибольшее расчетное усилие в тяговом канате при минимальном прогибе	кН	2020
Максимальная сосредоточенная нагрузка	кН	500
Удельное давление ходовой тележки	МПа	0,15-0,20
Масса установки	т	1300
Производительность установки	м ³ /ч	400

После прохода установки трасса обуривается и уступ рыхлится буровзрывным способом. Таким образом, подготовка трассы для прохода башни ЭКУ и площадки для проведения буровзрывных работ совмещаются во времени.

Проведенные расчеты показали, что производительность драглайнов по вскрыше резко уменьшается с увеличением мощности обрабатываемой толщи за счет возрастания объемов дополнительных непроизводительных работ по переэкскавации и подготовке трасс. Производительность установок с увеличением высоты уступа также снижается из-за увеличения расстояния транспортирования породы к месту разгрузки, но в значительно меньшей степени.

Представленные графики изменения производительности драглайнов и возможных для создания на их базе экскавационно-канатных установок в зависимости от мощности обрабатываемой вскрыши показывают преимущества последних (рис. 2).

Паспортную производительность определяют только конструктивными параметрами машины:

$$Q_{эн} = \frac{3600 \cdot E}{t_{ц}};$$

где E - вместимость ковша, м³;

t_ц - продолжительность цикла, с;

Исходя из технических характеристик ЭКУ (табл. 1) расчетное время цикла состоит из: времени движения груженого ковша, времени разгрузки, времени на возвращение порожнего ковша в забой и времени на зарезание ковша. На расстояние 210м время цикла составит:

$$t_{ц} = 210/3 + 20 + 210/9 + 10 = 120с \quad Q_{эн} = \frac{3600 \cdot 20}{120} = 600 м^3/ч;$$

Технической производительностью является наибольшая возможная часовая производительность экскаватора при непрерывной его работе в конкретных горно-геологических условиях:

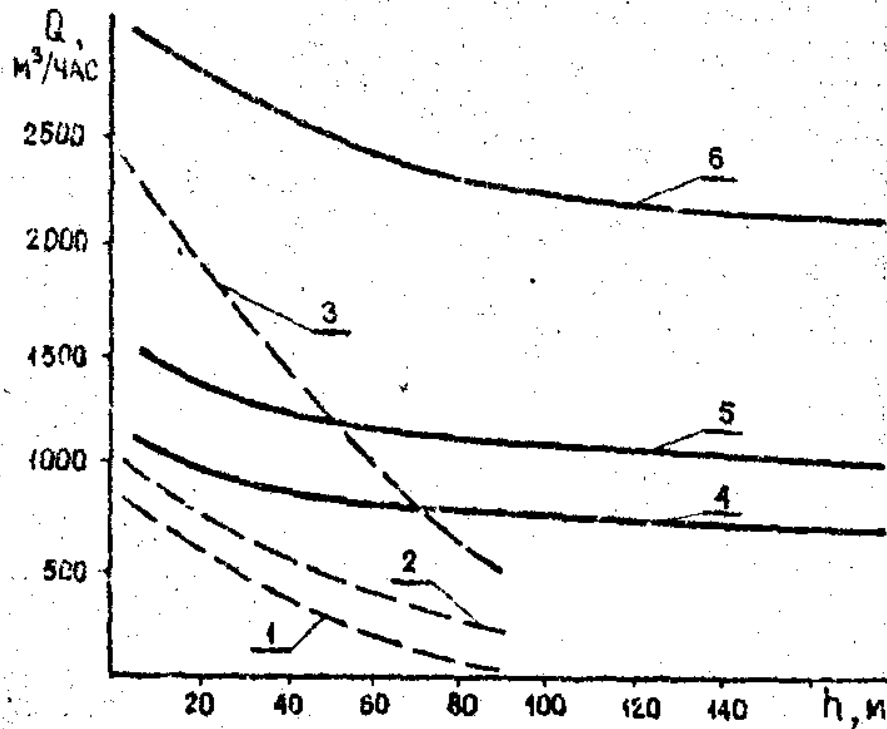


Рисунок 2 – Изменение технической производительности драглайнов и ЭКУ по вскрыше в зависимости от высоты разрабатываемой толщи пород:
 — — - драглайны; ——— - экскавационно—канатные установки;
 1, 2, 3 — соответственно ЭШ-10/70, ЭШ-15/90, ЭШ-40/85; 4, 5, 6 - на базе указанных драглайнов соответственно ЭКУ-25, ЭКУ-40, ЭКУ-100

$$Q_{эч} = \frac{3600 \cdot E \cdot K_э \cdot K_з}{t_ц}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где $Q_{эч}$ – техническая производительность экскаватора, м³/ч;

$K_з$ – коэффициент влияния параметров забоя;

$K_э$ – коэффициент экскавации;

$$K_э = \frac{K_{нк}}{K_{рк}};$$

где $K_{нк}$ – коэффициент наполнения ковша (для взорванных пород $K_{нк} = 0,7 - 0,95$);

$K_{рк}$ – коэффициент разрыхления породы в ковше (для взорванных пород $K_{рк} = 1,3 - 1,45$);

$$K_э = \frac{0,95}{1,3} = 0,73; Q_{эч} = \frac{3600 \cdot 20 \cdot 0,73 \cdot 0,9}{120} = 394,2 \text{ м}^3/\text{ч};$$

Сменная производительность характеризует объём работы, который выполняет экскаватор за смену с учётом затрат времени на технические, технологические и организационные работы и перерывы:

$$Q_{э.см} = Q_{эч} \cdot T_{см} \cdot K_{иэ};$$

где $Q_{э.см}$ – сменная производительность экскаватора, м;
 $K_{ис}$ – коэффициент использования экскаватора в течение смены
 $T_{см}$ – продолжительность смены ($T_{см} = 12$), ч.

$$Q_{э.см} = 394,2 \cdot 12 \cdot 0,85 = 4020 \text{ м}^3/\text{см};$$

Суточная производительность:

$$Q_{э.сут} = Q_{э.см} \cdot n_{см};$$

где $n_{см}$ – число смен в сутках $n_{см} = 2$;

$$Q_{э.сут} = 4020 \cdot 2 = 8040 \text{ м}^3/\text{сут};$$

Годовая производительность:

$$Q_{э.год} = Q_{э.сут} \cdot n_{год};$$

где $n_{год}$ – число рабочих дней в году $n_{год} = 357$ дней;

$$Q_{э.год} = 8040 \cdot 357 = 2870280 \text{ м}^3/\text{год};$$

Для сравнения, достигнутая годовая производительность драглайна составляет 2860 тыс.м³/год.

В результате анализа расчетов можно сделать вывод, что с применением экскавационно-канатной установки ЭКУ-20 можно полностью ликвидировать объемы по переэкскавации горных пород при одинаковой годовой производительности ЭКУ-20 и ЭШ-10/70А. А также увеличить высоту уступа, разрабатываемого по бестранспортной технологии при значительно меньшем удельном расходе ВВ $q = 0,40 \text{ кг}/\text{м}^3$ несмотря на дополнительные непроизводительные затраты, необходимые для горизонтирования площадки.

На сегодняшний день удельный расход ВВ при взрывании уступа высотой 30м разрабатываемого по бестранспортной технологии находится в интервале 0,64-0,70 кг/м³. Взрывание высоких уступов позволит сократить время простоев технологического оборудования, связанного с выводом людей и перегонами оборудования из опасной зоны, уменьшить время перегона бурстанков, сократить затраты на ВВ и СИ.

УДК 658.386

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИОННО-ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМ В КУРСОВОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ

Булгаков А.В., Поздеев И.А.

Научный руководитель: д.т.н., доцент Домрачев А.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время необходимость разработки и реализации концепции электронного курсового проекта при обучении горным дисциплинам может быть обоснована следующими условиями [1, С.15-23].

1. Развитием дистанционного обучения по направлению «Горное дело» через сеть Internet.

2. Непрерывным расширением номенклатуры и повышением сложности необходимых, но рутинных по своему дидактическому содержанию расчетов.

3. Внедрением компьютерных средств проектирования на горном производстве и в проектных организациях с использованием стандартных или специализированных программных продуктов.

4. Необходимостью купирования оборота в студенческой среде готовых курсовых проектов практически по всем базовым горным дисциплинам.

По мнению авторов, реализация электронного курсового проекта возможна по следующим основным направлениям.

Первое направление- создание программы предварительного просчета вариантов заданий на курсовое проектирование с последующей корректировкой принимаемых студентами решений по ходу выполнения курсового проекта путем сверки результатов, полученных студентами, и результатов компьютерного расчета. В настоящее время данный вариант в той или иной форме реализован многими преподавателями, однако при современном уровне подготовки студентов его использование сводится к выполнению расчета преподавателем вместо обучаемых [2].

Второе направление- разработка информационно-справочной системы, позволяющей студенту на первом этапе принимать наиболее существенные качественные решения по курсовому проекту без их детального просчета. После оценки этих решений (самим программным комплексом или преподавателем) принимается решение о номенклатуре и объеме выполняемых «рутинных» расчетов.

Третье направление – поэтапная конвергенция первых двух с приоритетным развитием второго направления и расширением программного комплекса информационно-справочными материалами, необходимыми не только для принятия решений в рамках конкретного задания на курсовое проектирование, но и расширение инженерного кругозора и получение дополнительных знаний по курсу в целом. При этом студент должен быть «вынужден» работать с дополнительными материалами для формирования необходимого варианта курсового проекта. На рисунке 1 приведена блок-схема реализации концепции электронного курсового проекта при обучении горным дисциплинам, на рисунке 2- фрагмент системы, разработанной для курса «Вскрытие и подготовка месторождений полезных ископаемых».

При использовании программы, скриншот которой приведен на рисунке 2, после выбора студентом основных решений в части схемы и способа вскрытия и подготовки автоматически выставляется оценка (по пятибалльной шкале) и выводится текстовый комментарий с указанием наиболее существенных ошибок и недочетов. К расчетам, необходимым для количественной оценки принятых решений, студент приступает только после того, как достигнута положительная оценка качественных характеристик варианта.



Рисунок 1 – Блок-схема реализации концепции электронного курсового проекта при обучении горным дисциплинам

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Мощность 1-го пласта свиты, м	<input type="text"/>
Мощность 2-го пласта свиты, м	<input type="text"/>
Мощность 3-го пласта свиты, м	<input type="text"/>
Мощность 4-го пласта свиты, м	<input type="text"/>
Мощность междупластия 1-2-го пластов, м	<input type="text"/>
Мощность междупластия 2-3-го пластов, м	<input type="text"/>
Мощность междупластия 3-4-го пластов, м	<input type="text"/>
Размер шахтного поля по простиранию, м	<input type="text"/>
Размер шахтного поля по падению, м	<input type="text"/>
Мощность наносов, м	<input type="text"/>
Угол падения пластов свиты, град	<input type="text"/>
Газообильность пластов, м ³ /т	<input type="text"/>
Склонность пластов к самовозгоранию	Склонны ▾

ПРИНИМАЕМЫЕ РЕШЕНИЯ

Способ вскрытия	Вертикальными стволами ▾
Схема вскрытия	Одноризонтная ▾
Вспомогательные вскрывающие выработки	Погор. квершлаг(и) ▾
Выбор схемы подготовки	
Размер панели по простиранию, м	<input type="text"/>
Размер яруса по падению, м	<input type="text"/>
Число крыльев панели	Однокрылая ▾
Размер этажа по падению	<input type="text"/>
Число подэтажей в этаже	Один подэтаж ▾

Рисунок 2 – Фрагмент электронного учебно-методического комплекса по курсу «Вскрытие и подготовка месторождений полезных ископаемых»

В качестве отдельной задачи можно рассмотреть выбор средств реализации концепции электронного курсового проекта при обучении горным дисциплинам. Чаще всего преподаватели, имеющие ограниченные навыки программирования, прибегают к использованию пакета Microsoft Excel. В целом такой подход можно считать вполне оправданным, кроме того, у пакета Microsoft Excel существует совместимый с ним свободный аналог OpenOffice Calc. Однако автор считает более перспективным использование продуктов, созданных на основе html-кода с использованием дополнительных возможностей *java-script* и анимации [2]. Это обеспечивает кросс-платформенность и позволяет обойти большинство проблем, связанных с нарушением *copyright*.

В завершение следует отметить, что на основе технологий COM и ActiveX возможна комбинация всех перечисленных выше подходов.

Библиографический список

1. Федунец Н.И. Применение мультимедийных технологий в образовании/ Федунец Н.И, Ярошук И.В.-М.:МГГУ, 2006.-88 с.

2. Домрачев А.Н. Первый этап внедрения сетевого учебно-методического и информационного комплекса по курсу «Технология и механизация открыто-подземной разработки МПИ» // А.Н. Домрачев. Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов: сб. науч. статей Междунар. научно-практич. конф./под ред. В.Н.Фрянова / СибГИУ, ЗАО «Кузбасская ярмарка».- Новокузнецк, 2007.- С.123-126.

УДК 004.942:622.831

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД, СЛАГАЮЩИХ СТЕНКИ СКВАЖИНЫ, ПРИ ВДАВЛИВАНИИ В НИХ ИНДЕНТОРА

Корнеев В.А.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Пугачев Е.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Применение методов математического моделирования при проведении научных изысканий давно стало одним из важнейших инструментов построения объективной картины происходящих явлений. Широкие возможности математического описания в совокупности со значительной производительностью современных вычислительных средств позволяют в настоящее время решать множество задач на этапе проектирования технических агрегатов и реализуемых ими процессов, что делает возможным получение требуемых результатов с меньшими затратами ресурсов и в более короткие сроки.

Разработка кафедрой электромеханики Сибирского государственного индустриального университета приборной базы для проведения скважинных исследований в угольных шахтах Кузбасса, базирующейся на измерении крепости горных пород, показала необходимость проведения предварительного математического моделирования процесса разрушения горных пород при вдавливании в них индентора.

Действительно, построение объективной модели данного процесса позволит не только решить целый ряд вопросов, сопутствующих конструкторской деятельности, но и в значительной степени будет способствовать разработке методики измерения крепости горных пород в условиях проведения скважинных исследований, позволяющей получить объективные данные с наименьшими затратами ресурсов.

В отечественной и зарубежной практике разработано много способов определения физико-механических свойств горных пород в скважинах, пробуренных из горных выработок, путем воздействия инденторов на их стенки или забой. Работы по данной тематике велись как отдельными учеными и практиками, так и целыми научно-исследовательскими организациями и вузами.

Так, приборы-пенетromетры, основанные на принципе измерения усилия,

необходимого для внедрения в породу различных инденторов, были предложены В.И. Солодом, Ю.Н. Карагодиным, институтом ДорНИИ и др., а в ИГД им. А.А. Скочинского для исследования прочностных свойств угля впереди очистного забоя был сконструирован глубинный прочномер, позволяющий определять прочность в забое скважины диаметром 60 мм на глубине до 5 м [1, С. 280].

Среди приборов, серийно выпускавшихся отечественной промышленностью, здесь следует отметить гидравлические приборы ПСГ-3М, БП-18 и приборы типа МГД (многоточечный гидравлический датчик с самописцем) [2 С. 80-93]. Принцип действия данных приборов был построен на измерении усилия и глубины вдавливания индентора в горную породу. Регистрация данных величин позволяла построить диаграммы напряжение-деформация с последующим определением механических констант горных пород.

Обширный охват конструкторской деятельности данного способа проведения скважинных исследований так и не привел к появлению стройной методики, однозначно определяющей целесообразность использования тех или иных типов инденторов, скорости приложения нагрузки к горной породе, диаметра скважины и т.д.

Причина сложившейся ситуации заключается в недостаточном исследовании механизма разрушения горных пород в скважинах и в отсутствии окончательного решения задачи о внедрении индентора в закругленную поверхность, что в конечном итоге привело к появлению значительной приборной базы без наличия серьезных теоретических изысканий, сопутствующих ее разработке.

Развитие вычислительной техники в настоящее время и ее широкое использование при проведении различных исследований, позволяют с уверенностью утверждать о возможности успешного применения математического моделирования для целей подробного изучения механизма разрушения горных пород в скважинах при вдавливании индентора в их стенки.

Так, эксперименты по определению степени влияния скругления вершины индентора на напряженно-деформированное состояние при внедрении индентора в упругопластический материал, проводимые в Институте машиноведения УрО РАН, показали значительную эффективность использования математического моделирования. При этом полученные результаты достаточно хорошо сходились с экспериментальными данными [3, С. 73-78].

Анализируя пути решения задачи моделирования механизма разрушения горных пород в скважинах при вдавливании индентора в их стенки, можно выделить два основных направления реализации математической модели изучаемого процесса:

- разработка индивидуального программного обеспечения на основе одного из известных алгоритмических языков программирования;
- использование специализированных универсальных программных систем конечно-элементного анализа.

Проблема выбора инструментария для моделирования является основным

первостепенным вопросом, решаемым на этапе подготовки к исследованию. При всех достоинствах, присущих индивидуальному программному обеспечению (прозрачность ядра, требуемая точность, управляемость и др.), его разработка и отладка занимает достаточно продолжительное время и, кроме того, требует обладания специальными знаниями, что в значительной степени затрудняет проведение исследования и делает его более дорогостоящим. В связи с вышеуказанными замечаниями разработка индивидуального программного обеспечения в современных условиях оправдывает себя только при отсутствии на рынке готовых программных продуктов с требуемым набором функций или в случае, если их стоимость значительно превышает затраты на создание собственной программной среды.

Другой альтернативной платформой решения задач компьютерного инжиниринга являются специализированные программные продукты, обладающие широкой сферой применения и в частности позволяющие решить пространственные задачи механики деформируемого твёрдого тела.

Так, используемый в экспериментах Института машиноведения УрО РАН программный комплекс ANSYS позволил успешно решить поставленные задачи и получить результаты, достоверность которых была подтверждена последующим проведением лабораторных испытаний [3, С. 73-78].

Анализ существующих специализированных программных комплексов и возможных проектных решений по разработке индивидуального программного обеспечения, проведенный на предмет их возможного применения для целей моделирования механизма разрушения горных пород в скважинах при вдавливании индентора в их стенки, показал индивидуальное программное обеспечение наиболее целесообразной платформой для решения поставленной задачи. Работы по данному направлению, осуществляемые на кафедре электромеханики Сибирского государственного индустриального университета, предполагают разработку алгоритма, с его последующим преобразованием в программную среду, посредством которого будет возможно осуществлять расчет напряжений, возникающих в горных породах при внедрении в них индентора. Эскизное решение данной задачи представляется путем создания механизма построения модели горной породы и ее деления на конечные элементы с дальнейшим решением систем уравнений, описывающих геомеханические процессы, протекающие в системе, связывающей горную породу с исследуемыми воздействиями.

Библиографический список

1. Ильницкая Е.И., Тедер Р.И., Ватолин Е.С., Кунтыш М.Ф. Свойства горных пород и методы их определения. - М.: Недра, 1969. – 392 с.
2. Расчет и экспериментальная оценка напряжений в целиках и краевых частях пласта угля: Методические указания: под ред. И.М. Петухова. - Л.: Печатный цех ВНИМИ, 1973. – 130 с.
3. Смирнов С.В., Экземплярова Е.О. Влияние радиуса скругления вершины индентора на напряженно-деформированное состояние при внедрении индентора в упругопластический материал // Физическая мезомеханика. 2009. – том 12 - № 6. С. 73-78

ПРОВЕДЕНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ УГЛЕСПУСКНЫХ ВЫРАБОТОК

Сухоруков В.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Федоренко А.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

При отработке крутых пластов уголь по восстающим выработкам транспортируется самотёком. Восстающие выработки проводятся скважинами при помощи буровзрывных работ и крепятся деревянной венцовой крепью сечением 1,5 x 1,5 м. В нижней части выработок оборудуется бункер. Уголь из бункера выгружается сразу же после его заполнения. Постоянно проверяется исправность крепления выработок с помощью лампы с дальним светом. Нарушенное в углеспусках крепление немедленно восстанавливается.

Не смотря на проводимые мероприятия, восстающие выработки часто забучиваются. При разбучивании создаются опасные ситуации, которые приводят к человеческим жертвам. Для разбучивания выработок используются ручной инструмент, механические средства, буросблочные машины, накладные заряды ВВ, а также проводятся сбойки к месту забучивания.

В качестве ручного инструмента для разбучивания применяются деревянные или металлические рейки с устройствами для соединения звеньев, пики с ручками и крючками и т.п.

Для установки буросблочных машин готовится площадка под забученной скважиной с обеспечением свободных проходов у машины. Машина устанавливается на прочном полке, а скважина под местом установки машины перекрывается прочным полком, препятствующим высыпанию из скважины горной массы.

Разбучивание скважин проведением сбоек к месту забучивания применяется при образовании пробок забучивания из большого количества элементов крепи, крупных глыб крепкого угля или породы, расклиненных в стенке выработки и между собой. Наиболее эффективный способ разбучивания углеспусков накладными зарядами ВВ применяется в тех случаях, когда невозможно разбучивание углеспусков другими способами.

При обнаружении в углеспуске и прилегающих выработках концентрации метана выше допустимых норм принимаются меры по проветриванию для ликвидации очагов скопления метана.

Для снижения количества случаев забучивания углеспусков КузНИУИ была создана крепь из пластической массы. Материалом тюбинговой крепи явился углепласт на основе фенолоформальдегидной смолы резольного типа марки ФРА. Наполнителем служила угольная мелочь крупностью 0-10 мм. В качестве отвердителя использовалась техническая бензолсульфоуксусная кислота.

Крепь после монтажа представляла собой отдельные кольца, каждое из которых состояло из шести тюбингов с элементами податливости. Особенностью крепи из углепласта являлось то, что перед ведением очистных

работ не требовалась её разборка, а элементы крепи поступали в добываемый уголь, не повышая его зольность.

Крепление печей углепластом велось с передвижного полка, опытный образец которого был разработан и изготовлен КузНИУИ. С помощью полка были механизированы доставка тубингов к рабочему месту и перемещение полка по печи по мере возведения крепи.

В период эксплуатации крепи были проведены наблюдения по определению нагрузок на крепь, деформаций ее контура и износостойкости тубингов. Исследованиями установлено, что печь закрепленная углепластом, на шахте «Зиминка» [1, С. 224-232] эксплуатировалась в условиях наиболее интенсивных грузопотоков. По печи было пропущено более 10 тыс.т. угля и 200 м³ породы. Венцовая же крепь бункера, обшитая по лежащему боку плахами, была полностью выведена из строя после перепуска 2150 т угля. Несмотря на значительный местный износ и деформации тубингов (поперечные и диагональные расколы, сколы пазов и т.п.), крепь сохранила свою устойчивость в течение всего срока эксплуатации.

За время эксплуатации крепи произошло два случая забучивания печи: первый раз из-за несвоевременной разгрузки бункера печь забутилась крупным углём на сопряжении тубинговой крепи с деревянной крепью в опорном кольце, а второй раз – на уровне сбойки в результате перепуска по печи металла, породы и леса.

Для крепления восстающих выработок способом постоянного наращивания и опускания колонны крепи без присутствия людей, была разработана установка УВТ-1300. Несмотря на большие преимущества, установка не получила распространения из-за сложности конструкции.

В дальнейшем также не получили распространения тубинговые крепи из металла и других материалов.

Для исключения случаев забучивания и эффективной эксплуатации углеспусков авторами предлагается восстающие выработки проводить в форме «усеченного конуса» [2].

Для реализации этого способа, бурение передовой скважины до проектной длины осуществляется с помощью расширителя переднего хода. Затем его убирают и на освободившемся шлицевом валу собирают расширитель обратного хода, состоящий из телескопических крестовин и направляющего фонаря. После чего передовую скважину расширяют обратным ходом (рисунок 1) до требуемой формы.

Применение нового способа расширения скважин до большого диаметра позволит значительно повысить безопасность работ при транспортировке угля по углеспускным выработкам на шахтах Прокопьевско-Киселевского района и ликвидировать забучивание выработок.

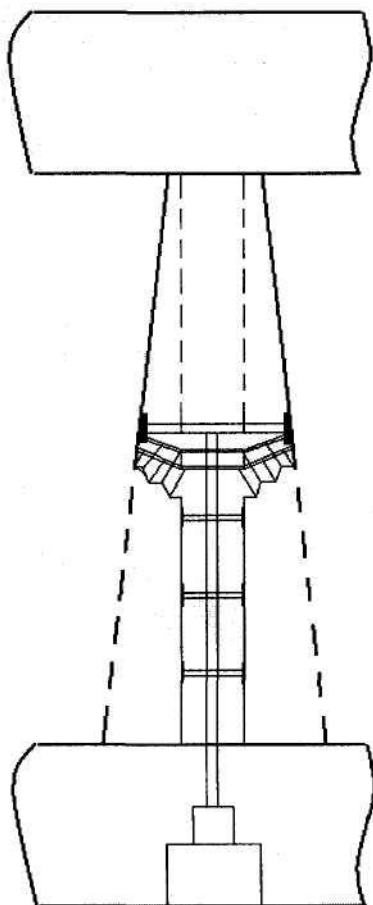


Рисунок 1 – Способ проведения восстающих выработок для транспортировки полезного ископаемого

Библиографический список

1. Болдин В.М. Результаты шахтных испытаний тубинговой крепи из углепласта и средств механизации ее возведения / В.М. Болдин, М.М. Смолин, Б.П. Бреев и др. // Совершенствование подземной разработки угольных пластов Кузбасса: Сб.науч.тр. / КузНИУИ. – Прокопьевск, 1975. – С. 224-232.
2. Патент РФ на изобретение № 2366794. Способ проведения восстающих выработок для транспортировки полезного ископаемого / А.И. Федоренко, В.А. Сухоруков, В.Н. Фрянов, Е.Б. Шенгрей, В.В. Сухоруков, С.В. Шенгрей

УДК 622.647.21

РАСЧЕТ ЛИНЕЙНОЙ СЕКЦИИ ОПОРНОГО ПЕРГРУЖАТЕЛЯ

Минин В.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Сайтов Н.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Горно-техническая компания (г. Новокузнецк, Ул. Скоростная, 41) освоила серийный выпуск подвесных и опорных вариантов подземных

ленточных перегружателей [1]. Институт безопасности ВостНИИ (г. Кемерово) при оформлении разрешения на эксплуатационные испытания перегружателей как новой техники, требует оформления расчета на наиболее нагруженные узлы изделия с учетом требований правил безопасности [2]

Наибольшие нагрузки на став перегружателей, возникают при опорном варианте.

При расчете продольных усилий и изгибающих моментов линейная секция перегружателя (рисунок 1) рассматривается как ферма на двух опорах (рисунок 2), на которую действуют внешние силы от массы секции, ленты шириной 800 мм, груза и силы натяжения ленты [3].



Рисунок 1 – Линейная секция опорного перегружателя

Исходные данные для расчета приведены в таблице 1

Нагрузка	Значение
Сила натяжения ленточного полотна, Н	3300
Общая масса секции, кг	265
Погонная масса ленточного полотна, кг/м	24,5
Погонная масса груза на ленте, кг/м	22

Все внешние нагрузки, действующие на секцию, распределяются между двумя боковинами. Таким образом, суммарная вертикальная нагрузка на одну боковину равна:

$$P_{\Sigma} = \frac{m_{\Sigma} \cdot g}{2} = \frac{265 + 22,4 \cdot 6 + 22 \cdot 3 + 12,8}{2} \cdot 9,81 = 2346 \text{ Н/м};$$

Вертикальные внешние нагрузки представляются в виде равномерно распределенной нагрузки, приложенной к нижней балке:

$$q = \frac{P_{\Sigma}}{3} = \frac{2346}{3} = 782 \text{ Н/м};$$

Нагрузка от натяжения ленточного полотна:

$$S_{\text{нат}} = \frac{3300}{2} = 1650\text{Н};$$

Уравнение равновесия секции (рисунок 2):

Опорные реакции:

$$N = \frac{q \cdot 3}{2} = \frac{782 \cdot 3}{2} = 1173\text{Н},$$

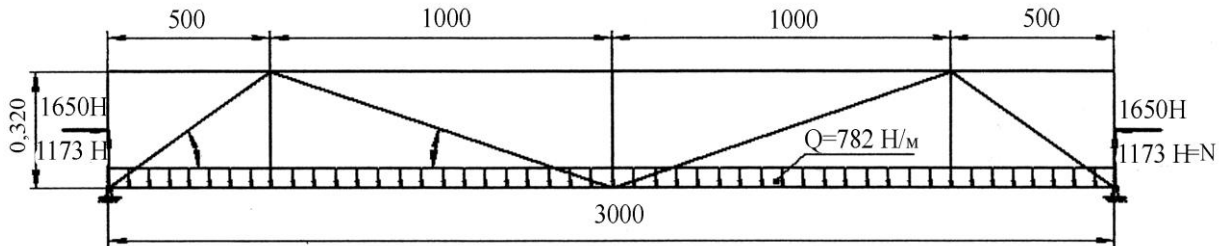


Рисунок 2 – Секция линейная. Схема нагружения

1. Эпюры $M_{\text{изг}}$ для каждого вида нагрузки, действующей на раму секции:

Действие сосредоточенных сил

Крайняя стойка рассматривается, как балка с двумя жесткими заделками на концах (рисунок 3).

Момент, действующий в середине стойки:

$$M_1 = \frac{Pl}{8} = \frac{1650 \cdot 0,32}{8} = 66\text{Нм},$$

Моменты, действующие на концах стойки:

$$M_1 = \frac{Pl}{8} = 66\text{Нм},$$

Момент на верхней балке

$$M_{\text{об}} = 66\text{Нм},$$

Соотношение моментов на нижней балке и раскосе

$$M_{\text{он}} + M_p = M_1;$$

$$\frac{M_{\text{он}}}{\cos 0^\circ} = \frac{M_p}{\cos 33^\circ} = \frac{M_1}{\cos 0^\circ + \cos 33^\circ} = \frac{66}{1 + 0,84},$$

откуда моменты на нижней балке $M_{\text{он}} = 35,9\text{Н}$;

момент на раскосе $M_p = 30,1\text{Н}$;

Верхняя и нижняя крайние балки рассматриваются, как неразрезные балки с шарнирными опорами. Каждый стержень представляется в виде балки с двумя жесткими заделками на концах [2].

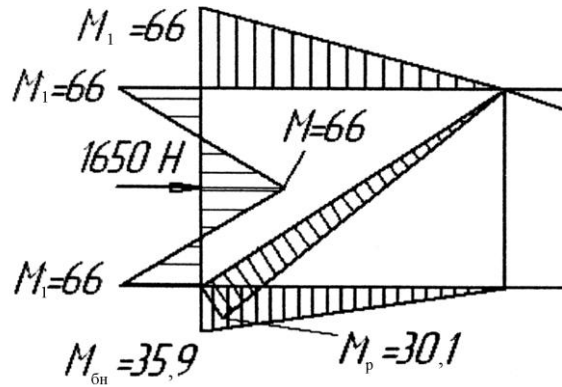


Рисунок 3 – Крайняя панель. Эпюра изгибающих моментов от сосредоточенной силы

Момент, действующий в середине балки (рисунок 4):

$$M = \frac{ql^2}{15} = \frac{782 \cdot 0,5^2}{15} = 13 \text{ Нм},$$

Моменты, действующие на концах балки:

$$M^2 = -\frac{7ql^2}{120} = -\frac{7 \cdot 782 \cdot 0,5^2}{120} = -11,4 \text{ Нм},$$

Момент на соседней панели:

$$M^n = \frac{1,5h \cdot M}{3h + 2l} = \frac{1,5 \cdot 0,32 \cdot 11,4}{3 \cdot 0,32 + 2 \cdot 0,5} = 2,8 \text{ Нм},$$

Момент на нижней балке $M_{нб} = M_n = 2,8 \text{ Нм}$;

Момент на верхней балке и раскосе

$$M^{\sigma\sigma} + M^p = M^n;$$

Соотношение моментов на верхней балке и раскосе

$$\frac{M^{\sigma\sigma}}{\cos 0^\circ} = \frac{M^p}{\cos 18^\circ} = \frac{M^n}{\cos 0^\circ + \cos 18^\circ} = \frac{2,8}{1 + 0,95};$$

откуда моменты на верхней балке $M_{об} = 1,4 \text{ Н}$;

момент на раскосе $M_p = 1,4 \text{ Н}$;

Момент на правой стойке:

$$M^c = \frac{1,5h + 2l}{3h + 2l} \cdot M^2 = \frac{1,5 \cdot 0,32 + 2 \cdot 0,5}{3 \cdot 0,32 + 2 \cdot 0,5} \cdot 11,4 = 8,6 \text{ Нм},$$

$$M^{cn} + M^p = M^2;$$

Соотношение моментов на верхней балке и раскосе

$$\frac{M^{cn}}{\cos 0^\circ} = \frac{M^p}{\cos 57^\circ} = \frac{M^2}{\cos 0^\circ + \cos 57^\circ} = \frac{11,4}{1 + 0,54};$$

откуда момент на левой стойке $M^{cn} = 7,4 \text{ Н}$;

Момент на раскосе $M^p = 4 \text{ Н}$;

моменты на верхней балке:

$$M^{бв} = M^n = 2,8 \text{ Нм},$$

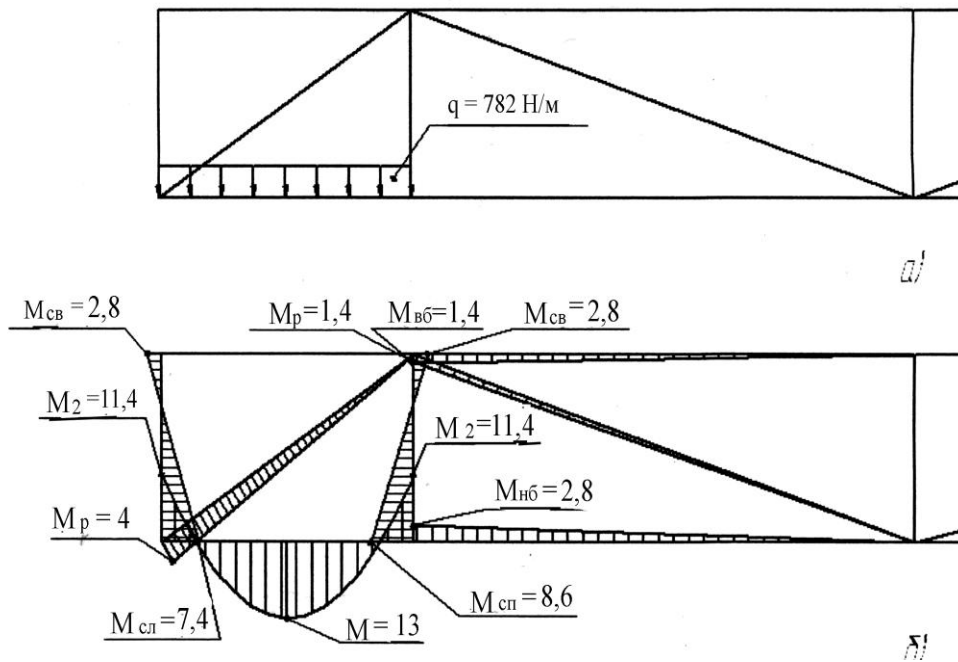


Рисунок 4 – Крайняя панель. Схема нагружения (а) и эпюра изгибающих моментов, Нм (б)

Средние панели под действием распределенной нагрузки
Момент, действующий в середине балки:

$$M = \frac{ql^2}{18} = \frac{782 \cdot 1^2}{18} = 43,4 \text{ Нм},$$

Моменты, действующие на концах балки:

$$M^3 = -\frac{5ql^2}{72} = -\frac{5 \cdot 782 \cdot 1^2}{72} = -54,3 \text{ Нм},$$

Левая панель, момент на левой стойке

$$M^{сл} = \frac{1,5h + 2l}{3h + 2l} \cdot M^2 = \frac{1,5 \cdot 0,32 + 2 \cdot 1}{3 \cdot 0,32 + 2 \cdot 1} \cdot 54,3 = 45,5 \text{ Нм},$$

Момент на нижней балке:

$$M^{нб} = M^n = \frac{1,5hm}{3h \cdot 2l} = \frac{1,5 \cdot 0,32 \cdot 54,3}{3 \cdot 0,32 + 2 \cdot 1} = 8,8 \text{ Нм},$$

$$M^{бв} + M^p = M^{нб};$$

Соотношение моментов на верхней балке и раскосе

$$\frac{M^{сн}}{\cos 0^\circ} = \frac{M^p}{\cos 33^\circ} = \frac{M^{нб}}{\cos 0^\circ + \cos 33^\circ};$$

откуда момент на верхней балке $M_{бв} = 4,8 \text{ Н}$;

момент на раскосе $M^p = 4 \text{ Н}$;

Правая панель

$$M^{cn} + M^p = M^{cl};$$

Соотношение моментов на правой стойке и раскосе

$$\frac{M^{cn}}{\cos 0^\circ} = \frac{M^p}{\cos 72^\circ} = \frac{M^{cl}}{\cos 0^\circ + \cos 72^\circ};$$

откуда момент на правой стойке $M^{cn}=34,7\text{H}$;

момент на раскосе $M^p=10,8\text{H}$;

Моменты на верхней балке:

$$M^{bs} = M^n = 8,8\text{Hм},$$

$$M^{nb} + M^p = M^n;$$

Соотношение моментов на нижней балке и раскосе

$$\frac{M^{bs}}{\cos 0^\circ} + \frac{M^p}{\cos 18^\circ} = \frac{M^n}{\cos 0^\circ + \cos 18^\circ};$$

откуда момент на нижней балке $M_{nb}=4,5\text{H}$;

момент на раскосе $M^p=4,3\text{H}$;

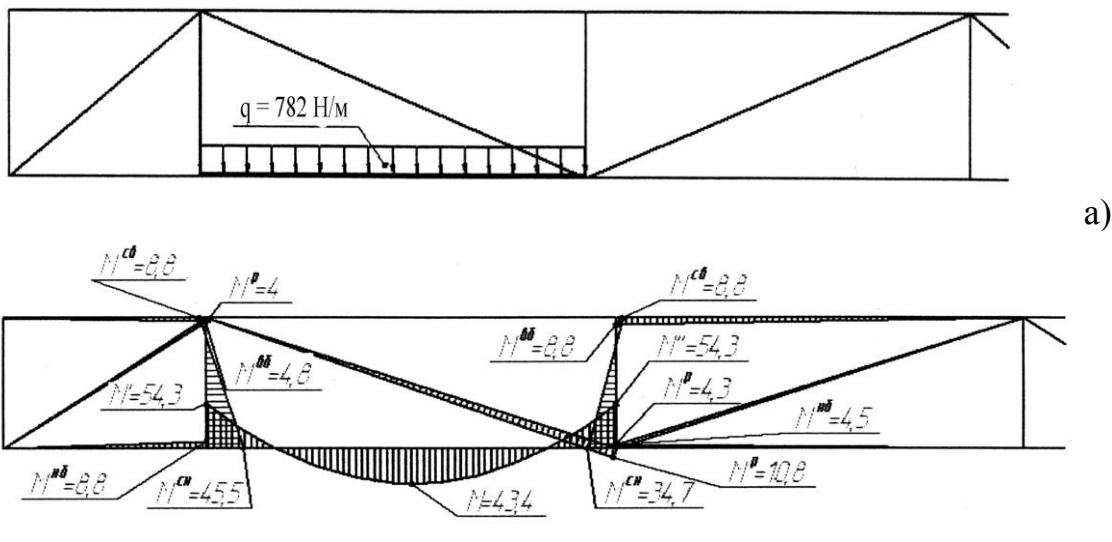


Рисунок 5 – Средняя панель. Схема нагружения (а) и эпюра изгибающих моментов (б)

Складываем эпюры изгибающих моментов от действия всех силовых факторов, и учитывая симметричность конструкции секции, мы получим суммарную эпюру изгибающих моментов.

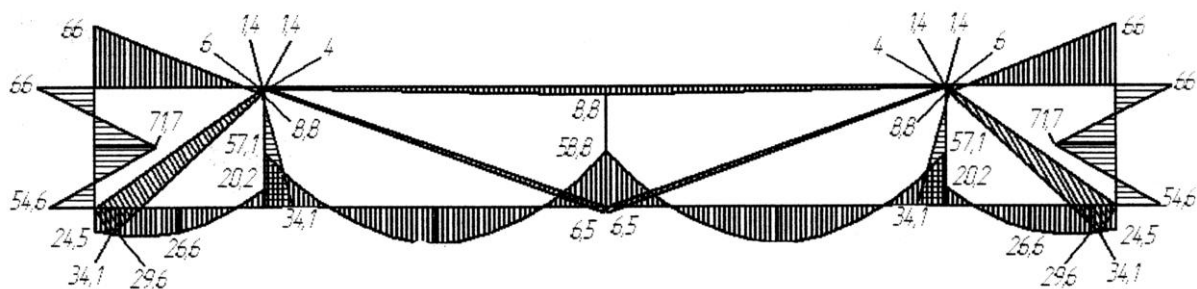


Рисунок 6 – Эпюры изгибающих моментов линейной секции с раскосами

Максимальный изгибающий момент на нижней балке рисунок 5 $M_{и}=43,4$ Нм. Момент сопротивления сечения материала уголок равнобокий по ГОСТ 850972 $W=1,6$ см³. Допустимое напряжение при растяжении для Стали 3 $[\sigma_p] = 160$ МПа. Необходимый запас прочности $[n] = 5$ [3].

Максимальное напряжение при изгибе

$$\sigma_{\max} = \frac{M_u}{W_x} = \frac{43,4}{1,6 \cdot 10^{-6}} = 27,1 \text{ МПа}$$

Запас прочности

$$n = \frac{[\sigma_p]}{\sigma_{\max}} = \frac{160}{27,1} = 5,9 > 5$$

На основании выполненных расчетов запас прочности линейной секции опорного варианта перегружателя больше 5 и соответствует установленным требованиям и правилам безопасности [2].

Библиографический список

1. Костерин Л.С., Сайтов Н.И. Ленточные конвейеры и перегружатели для подземных горных работ./Лабораторный практикум, Изд-во СибГИУ. – Новокузнецк, 2008 – 35 с.
2. Правила безопасности в угольных шахтах (РД 05-94-95) утв. Постановлением Госгортехнадзора России № 67 от 30.12.94 г. – М.: 1995, – 242с.
3. Справочник по кранам под ред. М.М. Гохберга Том I. Характеристика материалов и нагрузок. Основы расчета кранов их приводов и металлических конструкций. М.:Машиностроение, 1988, – 536 с.

УДК 622.271.322.2

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОТРАБОТКИ МЕЖДУПЛАСТЬЯ ПЛАСТОВ (58-57) И (60-59) МОЩНОСТЬЮ 58 М ОДНИМ УСТУПОМ ПО БЕСТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ

Камышанов М.Д.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Чаплыгин В.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В настоящее время наблюдается тенденция к росту стоимости горюче-смазочных материалов, растёт глубина горных работ, а это значит, что следом становится дороже эксплуатация автотранспорта, возрастает себестоимость автовскрыши, а следовательно и конечной продукции - угля. Например по последним данным, на разрезе «Восточный» себестоимость 1 м³ вскрышных пород обрабатываемых по технологии с применением автотранспорта составляет 31 рубль 52 копейки, а по бестранспортной технологии - 12 рублей 25 копеек. Эти факты и обусловили поиск путей по сокращению части вскрышных работ с применением автотранспорта в общем объёме вскрышных

работ, что позволит существенно снизить производственную себестоимость добываемого угля.

Часть Северо-Талдинского месторождения, на которой расположен участок разреза «Восточный» характеризуется пологим, без нарушений залеганием угольных пластов. Поэтому наиболее рационально в таком случае применение на нижних горизонтах бестранспортной технологии, которая обеспечивает более низкую (в сравнении с транспортной) себестоимость вскрышных работ на предприятии.

Сокращение части вскрышных работ с применением автотранспорта предполагается за счёт увеличения средней высоты уступа, обрабатываемого по бестранспортной технологии на 20 м. В связи с этим необходимо включение в парк оборудования экскаватора ЭШ-25/90, имеющего большие линейные параметры, помимо предусмотренного изначально драглайна ЭШ-11/70, и исключение из парка экскаватора ЭКГ-12 для уравнивания скоростей подвигания транспортного и бестранспортного фронтов работ.

В результате применения новой технологии обработки бестранспортного уступа, происходит сокращение объёма вскрышных работ, осуществляемых по технологии с применением автотранспорта с 7940 тыс.м³/год до 3330 тыс.м³/год, а объём вскрышных работ, осуществляемых по бестранспортной технологии возрос с 1600 тыс.м³/год до 6210 тыс.м³/год.

Работа экскаватора ЭШ-11/70 состоит из одного хода - он формирует площадку на развале горной массы и при движении вдоль фронта работ перемещает взорванную породу частично в отвал, а частично в предотвал. ЭШ-25/90 обработает предназначенные ему объёмы за два хода: первым ходом он подготовит себе ёмкость для размещения горной массы, а вторым ходом разместит в эту ёмкость оставшийся после ЭШ-11/70 объём взорванных пород, а также переэкскавирует в эту ёмкость сформированный для его движения экскаватором ЭШ-11/70, предотвал.

Распределение объёмов горной массы по ходам экскаваторов ЭШ-11/70 и ЭШ-25/90 представлено на рисунке 1 и в таблице 1.

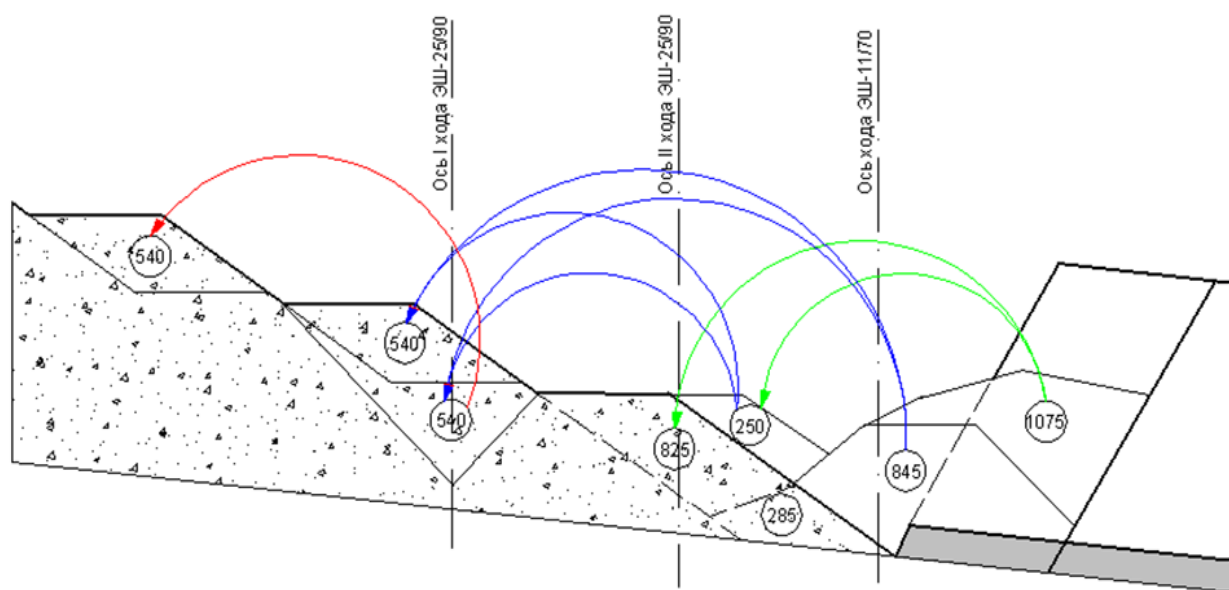


Рисунок 1 – Распределение объёмов горной массы по ходам

Таблица 1 – Распределение объёмов горной массы по ходам

Марка экскаватора	Номер хода	Вид работ	Объём на 1 п.м. заходки, м ³	Производительность экскаваторов, тыс.м ³ /год	Количество экскаваторов, шт
ЭШ-11/70	I ход	экскавация	1075	2400	0,45
		переекскавация	0		
ЭШ-25/90	I ход	экскавация	0		
		переекскавация	540	3600	0,15
ЭШ-25/90	II ход	экскавация	845	4000	0,21
		переекскавация	250	3600	0,07
ЭШ-11/70	экскавация		1075	2400	0,45
	переекскавация		0		
	Итого		1075	2400	0,45
ЭШ-25/90	экскавация		845	4000	0,21
	переекскавация		790	3600	0,22
	Итого		1635	3815	0,43
Всего вскрыши			2205		
в т.ч.: объём сброса			285		
объём экскавации			1920		
Всего переекскавации			790		
Коэффициент сброса			0,13		
Коэффициент переекскавации			0,36		

Расчёт экономической эффективности показал, что капитальные затраты, благодаря отказу от экскаватора ЭКГ-12, увеличились лишь на 150 млн.руб. по сравнению с проектом «Сибгеопроект». Этот фактор увеличивает себестоимость 1 т. угля на 3 р. из-за увеличения амортизационных отчислений. Однако из-за уменьшения объёма вскрышных работ, осуществляемых по транспортной технологии, себестоимости 1 т. угля уменьшится на 55 рублей 35 копеек за счёт снижения материальных затрат. Итого уменьшение себестоимости 1 т. угля составит 52 рубля 35 копеек. Также не смотря на увеличение капитальных затрат, благодаря увеличению рентабельности производства, срок окупаемости общих капиталовложений в предприятие не изменится. Сравнение экономических показателей до и после нововведений представлены в таблице 2.

Таким образом, можно сделать вывод, что в случае внедрения нового проекта, он может стать эффективным, т. к. по результатам расчётов производственная себестоимость добытого угля уменьшится на 52 рубля, 35 копеек, что составляет существенные 12% от производственной себестоимости по проекту «Сибгеопроект». К тому же не меняя срока окупаемости капитальных вложений в предприятие, увеличивается его рентабельность.

Таблица 2 – Сравнение экономических показателей до и после нововведений

Наименование показателя	Проект «Сибгеопроект»	Новый проект	Изменение
Производительность разреза, тыс.т/год	1500	1500	0
Списочный состав работников, чел.	336	336	0
Производительность труда рабочего по добыче, т/мес	372	372	0
Трудоёмкость работ, чел.см/1000 т годовой добычи	58	58	0
Средняя заработная плата, руб/мес	35000	35000	0
Капитальные затраты, тыс.руб	783980	933980	+150000
То же на 1 т годовой добычи	0,54	0,64	+0,1
Фондоотдача, т/1000 руб. основных фондов	2,05	1,7	+0,35
Фондоёмкость, руб/т	489,3	589,3	+100
Фондовооружённость труда рабочего, тыс.руб/чел за год	2184,5	2630,9	+446,4
Материальные затраты, руб/т	260,27	204,92	-55,35
Затраты на оплату труда, руб/т	88,09	88,09	0
Отчисления на социальные нужды, руб/т	26,51	26,51	0

УДК 622.788

К ВОПРОСУ О БЕЗОТХОДНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛЕЙ

Филенко Д.В., Тутынин А.В.

**Научные руководители: к.т.н., доцент Федоренко А.И.,
д.т.н., профессор Федотов В.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Развитие угледобывающей у углеперерабатывающей промышленности имеет большое значение для экономики России. Большие разведанные запасы угля в России позволяют ориентировать долговременную перспективу развития электроэнергетики на широкое использование угля как базового стратегического топлива, обеспечивающего потребность страны в топливе на сотню лет вперед. С угольной энергетикой в определенной мере связывают энергетическую безопасность и социальную стабильность в России. Современные масштабы добычи и переработки угля вызывают образование огромных отвалов по хранению производственных отходов и определяют необходимость разработки мероприятий по созданию новых горных процессов на основе безотходных и малоотходных технологий, при которой все составные

части полезного ископаемого разделяются на конечные товарные продукты, используемые в народном хозяйстве.

Угольная промышленность оказывает отрицательное воздействие на недра, воздушный и водный бассейны, землю и почву. Существенным негативным фактором ведения горных работ является значительный ущерб, наносимый водному бассейну, в связи с этим все острее встает проблема охраны водных ресурсов ряда районов Кемеровской области. Это обусловлено сбросами в поверхностные водоемы и водотоки больших объемов сточных вод, содержащих, как правило, взвешенные и растворенные примеси.

В настоящее время, например, только 40 % углей Кузбасса проходит через обогатительные фабрики. За длительное время, накопилось значительное количество шламовых вод и угольных шламов, в которых содержатся 40..80 % органической массы, причем, в будущем проблема будет стоять еще более остро, так как угольными предприятиями (а в Кузбассе работают 50 шахт, 34 разреза и 18 углеобогатительных фабрик) требуется подвергать обогащению практически весь добываемый уголь. Перевод угольных шламов в технологически проблемное топливо позволит не только улучшить экологическую обстановку в регионе, но и получить существенный экономический эффект [1].

Одним из возможных путей переработки угольных шламов является производство топливных брикетов.

Брикет – это заданных размеров, формы и веса кусок материала заданного состава с требуемыми полезными свойствами. Брикетирование позволяет превратить угольные отходы в высококачественное дешевое сортовое топливо для коммунально-бытовых нужд.

Необходимо отметить, что в развитых странах брикетированию постоянно уделяется самое пристальное внимание. Инвестируются значительные средства в научные и технологические разработки, в строительство новых и совершенствование существующих брикетных производств, особенно использующих отходы или низкосортное сырье. В Англии, Франции, Германии, США и других странах по различным технологиям производят брикеты на базе угольной мелочи в больших объемах. Это обусловлено тем, что при сжигании угольных брикетов, по сравнению с сжиганием рядового угля, повышается на 25-35 % КПД топочных устройств, снижаются на 15-20 % выбросы сернистого газа, более чем вдвое снижаются выбросы твердых веществ с дымовыми газами, а также на 15-20 % снижается недожог горючих компонентов.

Разработаны новые технологии, подтвержденные патентами на изобретения, брикетирования угольной и коксовой мелочи и пыли, угольных шламов, технология получения брикетов и сорбентов на основе отходов от очистки сточных вод, получения топливных брикетов на основе комплекса отходов углепереработки [2].

Технологический процесс получения топливного брикета осуществляется в следующей последовательности: угольный шлам и угольную мелочь смешивают с цементом и известью и затем осуществляют дополнительное перемешивание шихты при одновременном избирательном измельчении ее

частиц до образования вторичных ассоциатов крупностью: 6-5 мм – 6-8 %, 5-1 мм – 43-45 %, 1-0,5 мм – 18-20 %, 0,5-0,1 мм – 28-30 %, <0,1 мм – 0,7-1,1 %, с последующей термической обработкой в течение 1,5 часов при температуре 120-150°C.

Благодаря этому повышается прочность и влагоустойчивость брикетов, что делает возможным складирование, транспортирование их без упаковки и длительное хранение.

После упрочнения брикеты охлаждаются воздухом при температуре от 150 до 70°C и подаются конвейером-сборщиком продукции на склад [3].

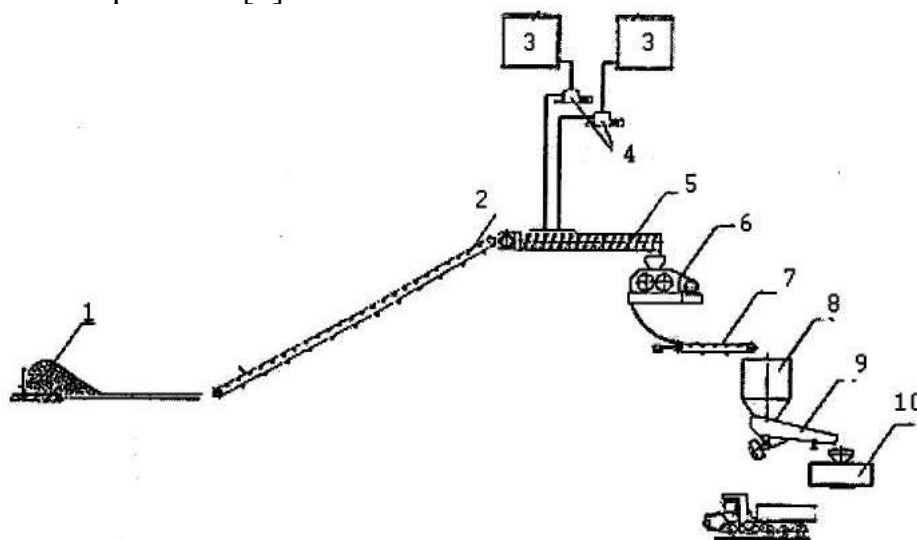
На рисунке представлена технологическая схема брикетирования угля.

Согласно приведенной на рисунке схеме производства брикетов, отходы угледобычи (1) определенного качества подаются с заданной скоростью в смеситель (5). Сюда же через дозатор (4) подается связующее. В смесителе происходит усреднение состава сырья и равномерное смешение его со связующим.

Подготовленная на первой стадии шихта подается на пресс (6), где осуществляется формообразование брикетов и обеспечивается требуемая для них прочность. Пресс оборудован устройством дозирования шихты и сменными формообразующими элементами, позволяющими производить топливные брикеты разных форм и размеров (по требованиям разных групп потребителей).

Полученные в ходе прессования топливные брикеты направляются в сушилку, где из них удаляется избыточная влага и происходит дополнительное увеличение их прочности. Осушающим агентом на этой стадии является горячий воздух, подаваемый от работающего на угле нагревателя.

На следующей стадии производства осуществляется упаковка и отгрузка изготовленных брикетов [2].



- 1 – угольные отходы; 2 – ленточный конвейер; 3 – обогреваемые емкости для связующего; 4 – дозаторы; 5 – смеситель; 6 – пресс; 7 – конвейер-охладитель; 8 – бункер готовых брикетов; 9 – вибрационный питатель; 10 – упаковочная станция

Рисунок – Технологическая схема брикетирования угля

Недостатком рассмотренного способа получения топливных брикетов

является использование цемента в качестве связующего, увеличивающего зольность и снижающего теплотворные свойства брикетов.

Представляют интерес технологии получения топливных брикетов с использованием органических связующих, например, по аналогии с производством самана. Это позволит повысить теплотворную способность брикетов и снизить их зольность.

Библиографический список

1. Лазаренко С.Н., Потапов В.П. Концепция стратегии развития угольной отрасли Кузбасса как основы экономической самодостаточности региона // Финансово-экономическая самодостаточность регионов: Матер. межрегион. научно-прак. конф. – Кемерово, 2003. – С. 163-166.

2. Технология брикетирования мелкодисперсных отходов. Переработка отходов в высококачественное сырье. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [<http://www.ptechology.ru/MainPart/Resource.html>; 10.11.2009.] – Загл. с экрана.

3. Пат. 2227803 РФ. Способ получения топливных брикетов / Ю.В. Шувалов, Ю.А. Нифонтов, В.И. Экгард и др. // Изобретения. – 2004. - № 5.

УДК 622.27:622.235

ВЛИЯНИЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФРОНТА ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ПРИ ОТКРЫТОЙ РАЗРАБОТКЕ НА КАЧЕСТВО РАЗРУШЕНИЯ ГОРНОГО МАССИВА, В КОТОРОМ РАСПОЛОЖЕНЫ ПОДЗЕМНЫЕ ВЫРАБОТКИ

Баннов Д.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Федоренко А.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

При планировании технологии открытых горных работ для отработки участка горного массива, в котором имеются подземные выработки, необходимо принимать во внимание геотехногенные изменения массива, произошедшие вследствие производства подземных работ.

Это доказала практика отработки открытым способом барьерного целика между «Моховским угольным разрезом» филиала компании «Кузбассразрезуголь» и опытно-экспериментальным участком по подземной добыче угля ООО «Шахта Байкалинская».

На обрабатываемом участке (барьерном целике) шахтовые выработки были представлены вентиляционным штреком и разведочным уклоном, проведенными по пласту угля из выемки открытых горных работ (с борта) разреза. В момент одновременного ведения открытых и подземных работ в районе совместной разработки, для сохранения целостности шахтовых выработок, при проведении разрезом массовых взрывов, применялись мероприятия по снижению сейсмического воздействия на крепь подземных выработок и обнажений. Но после окончания подземных работ необходимость

сохранения шахтовых выработок отпала. Мероприятия по снижению сейсмического воздействия отменили и шахтовые выработки были беспрепятственно погашены в ходе массовых взрывных работ разреза обрушением налегающих пород.

Изменения горного массива, возникшие в результате обрушения, в той или иной степени, повлияли почти на все процессы открытых работ. В частности, вскрышные работы на месте шахтовых выработок показали наличие породных зон недостаточно подготовленных к успешной экскавации.

Зона, плохо подвергнувшаяся взрывному дроблению по структуре ближе к монолиту, примерно представляла собой эллипс, направленный к дневной поверхности. С размерами, в среднем, в высоту от 2 до 5 м, местами до 7,5 м от кровли выработки и до 3 м от бортов. При проходе к «монолитной» зоне качество взорванной породы ухудшалось. Объяснить подобное можно следующим: наличие купола обрушения и последующее развитие трещиноватости массива, затруднению качественного ведения буровых работ. Резкое проваливание и заклинивание бурового става в зоне влияния обрушения вынуждали к изменению параметров сетки и глубины взрывных скважин. В соответствии с теорией распределения скоростей взрывных волн выделяют несколько зон разрушения массива: зона дробления, характеризующаяся полным разрушением массива; зона разрушения – частичным разрушением и нарушением связности; зона сотрясения – неизменчивым раскрытием естественных трещин и зона естественного состояния массива.

Следовательно, вынужденное изменение параметров бурения влекло уменьшение зон регулируемого дробления. Кроме того, как в нашем случае, с увеличением трещиноватости массива возрастает интенсивность затухания амплитуды волн и снижается скорость их распределения.

Имеющиеся теории взрывного разрушения горного массива позволяют говорить, что при взрывном разрушении трещиноватого массива кусковатость взорванной горной массы будет определяться, с одной стороны, насыщенностью массива зонами дробления или удельным весом зоны регулируемого дробления в общем объеме разрушения, а с другой – трещиноватостью массива, от которой зависит гранулометрический состав породы, поступающий из зоны нерегулируемого дробления. В нашем случае из зоны нерегулируемого дробления поступали негабаритные куски породы, которые получили свои размеры в момент обрушения кровли подземных выработок и не были разбиты взрывом. Необходимая равномерность расположения в массиве зон дробления может быть обеспечена лишь при известных заранее их форме и размерах, которые зависят от конструкции и диаметра скважинных зарядов, в определенной степени также от энергетических характеристик применяемых ВВ, а в большей степени от свойств породного массива.

Необходимо принимать во внимание, что изменения свойств горного массива, возникшие в результате обрушения, являются функцией пролета, площади и формы обнажения и зависят от структуры и физико-механических свойств налегающих пород, способности шахтовой крепи препятствовать обрушению (полностью удалить с выработки крепь невозможно), количества и

силы сейсмического воздействия взрывов, дренажа грунтовых и поверхностных вод. Важно учитывать время обрушения и уплотнения пород. Ведь при изменении состояния равновесия в первую очередь обрушаются замок свода и близлежащие участки, наиболее чувствительные к изменению параметров равновесия. При новом воздействии различных факторов опять следует обрушение (уплотнение) и образуется новая зона устойчивого равновесия и новая система трещин массива. При таком большом количестве катализирующих факторов, определение границ породы с измененными качествами, так же как и определение качеств, какие приобрела порода, носит приближенно-вероятностный характер. В этом случае становится крайне проблематичным обеспечение равномерным насыщением подработанного массива зонами дробления, гарантировать заданную степень дробления пород.

Известно, что разрушение пород, содержащихся в горном массиве, происходит не только в результате дробящего действия заряда, но и вследствие сопутствующих взрыву явлений.

При взрывах на сброс породные части, перемещаясь в сторону сброса, соударяясь между собой, разрушаются. В нашем случае важным фактором является то, что перемещаемая взрывом горная масса разделяет куски породы, которые образовались при обрушении шахтовой выработки и по закону свода равновесия вошли между собой в зацепление, тем самым, создав свою устойчивую систему.

Рассматривая расположение взрывных скважин относительно зоны массива измененной обрушением, видно, что эффективное сдвигание зоны обрушения произойдет при параллельном расположении зоны обрушения и фронта взрывных работ. В условиях «Моховского угольного разреза» направление фронта взрывных работ было перпендикулярно шахтовым выработкам, при таком пространственном расположении сдвигание массива происходит сверху и вдоль краев зоны обрушения без существенного на нее влияния.

Имеющиеся исследования процесса смещения уступа показывают, что наибольшую начальную скорость, а значит и наибольшую дальность перемещения имеет определенный участок горного массива на откосе уступа, получивший название зоны выхода главного удара взрыва или откольной зоны. С достаточной для практических целей точностью можно считать, что эта зона расположена на уровне, соответствующем середине колонки зарядов первого ряда над подошвой уступа.

Следовательно, для эффективной взрывной подготовки горного массива, в котором находятся подземные выработки, необходимо достигать пространственного расположения зоны обрушения параллельно направлению сброса горной массы и ближе к зоне влияния выхода главного удара массового взрыва.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОТВЕДЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОД УЧАСТКА «ВОСТОЧНЫЙ 86-84» ТАЛДИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Лобанова О.О.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Федоренко А.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Поле разреза «Талдинский угольный разрез» по сложности геологического строения относится к месторождениям 1 группы.

Угленосные отложения содержат 11 пластов угля: 73, 78, 80, 81, 82, 86-84, 88-87, 89, 90, 91. Большинство пластов характеризуется довольно выдержанной мощностью по всей площади расположения. Все рабочие пласты, в основном сложного строения. Только пл. 80, 81, 82, 89 и 92 на небольших участках имеют простое.

Горные работы на разрезе ведутся тремя участками «Центральный-91», «Восточный-86», «Восточный-73».

Наиболее интенсивно обрабатывается пласт 91 – участок «Центральный-91». Разработка вскрышных пород ведется горизонтальными уступами высотой 15 м экскаваторами ЭКГ-8, ЭКГ-15, LIEBHERR. Добычные работы – экскаватором САТ и LIEBHERR двумя уступами по 7,0-7,5 м. На бестранспортной технологии используется экскаватор ЭШ-20/90, параметры заходки: высота 40 м, ширина 45 м.

Отработка участка «Восточный 86-84» ведется по транспортной технологии, экскаваторами ЭКГ-12,5, LIEBHERR-R994B, TEREX RH-200, ЭШ-10/70 горизонтальными уступами высотой 15 м, ширина заходки 40 м и ширина рабочей площадки 60 м, на добыче используются экскаваторы САТ-5130. В отработку попадают пласты 88-87, 86-84, 82, 81, 80 общей мощностью 40,98 м, протяженность добычного фронта 6200 м. Производственная мощность участка по горнотехническим возможностям 2000000 т/год, среднее подвигание добычного фронта 47 м/год.

На участке «Восточный-73» обрабатывается пласт 73 по бестранспортной технологии, пласты 78, 86-84, 82, 88, 87 – по транспортной. На вскрыше пласта 73 используются экскаваторы ЭШ-15/90 и ЭШ-20/90, экскаватор ЭШ-40/85 на переэкскавации навалов прошлых лет и подготовке выработки по пласту 73 восточной его части для размещения внутренних отвалов. Высота уступа при отработке по бестранспортной технологии пласта 73 от 36 до 40 м, ширина заходки 40 м.

Горные работы на разрезе осложнены большой обводненностью угольных пластов и породы. По этой причине часто тормозится работа экскаваторов, либо они работают не на полную мощность из-за сложности ведения работ в обводненном забое. Соответственно всё это отражается на всей технологической цепочке.

По литолого-стратиграфическим и гидродинамическим признакам на

участках Талдинских 1-2 выделяется три водоносных комплекса:

- водоносный комплекс четвертичных отложений;
- водоносный комплекс горелых пород;
- водоносный комплекс пермских отложений.

Водоносный комплекс четвертичных отложений

Литологически четвертичные отложения представлены глинами, суглинками, с редкими линзами песков, галечников, и иногда встречаются сине-зеленые глины в смеси с песком (пльвуны). Обводнены четвертичные осадки крайне неравномерно. На водоразделах обводненность рыхлых отложений слабая. В весеннее и осеннее время наблюдается появление грунтовых вод типа «верховодки», которые имеют локальное распространение и сезонный характер. В пониженных формах рельефа местности обводненность отложений увеличивается, однако суглинистый их состав не способствует образованию водоносных горизонтов.

Водоносный комплекс горелых пород

Этот водоносный комплекс развит на участках выгорания пластов угля. Залегают горельники в виде линз неправильной формы среди продуктивных отложений. Процесс выгорания, сопровождающийся дополнительным растрескиванием и обвалами пород в приочаговой зоне, способствовал увеличению фильтрационных свойств обожженных пород.

В пределах участков Талдинских 1-2 горельники развиты на юго-западных крутых склонах и водоразделах, где нет благоприятных условий для скопления значительных естественных запасов подземных вод. Горельники практически безводны, местами обводнена только нижняя их часть. Таким образом, при встрече горелых пород могут иметь место кратковременные увеличения притока воды в выработки, что необходимо учитывать при проектировании и строительстве карьера.

Водоносный комплекс пермских отложений

Угленосные отложения участков Талдинских 1-2 литологически представлены переслаиванием песчаников, алевролитов, реже аргиллитов с пластами угля. На фоне частого переслаивания пород наблюдается несколько крупных циклов в осадконакоплении, с которыми следует связывать образование слоев песчаников, выдержанных, хотя и не в одинаковой степени, на всей площади участков. Наиболее выдержанными являются слои песчаников между пластами угля 73 и 78, 82-81 и 86-84, 86-84 и 88-87 и в кровле пластов 88-87. Мощность слоев достигает 50 м, при средней величине порядка 20-40 м. В центральной части брахисинклинали мощность слоев уменьшается до 10-20 м. Участками песчаники выклиниваются, переходя в тонкозернистые разности.

Наличие в толще мощных слоев песчаников, которые на выходе под четвертичные отложения, из-за пологого залегания, имеют значительную площадь распространения, создало благоприятные условия для накопления подземных вод, а мульдообразная структура центральной части месторождения – образованию малого артезианского бассейна.

По водно-коллекторским и гидродинамическим особенностям в разрезе угленосных отложений выделяется две зоны: верхняя зона интенсивной

трещиноватости, связанная с выветриванием, и нижняя – зона затухающей трещиноватости, где процессы физического выветривания практически не сказываются.

Обводненность зоны интенсивной трещиноватости

Глубина зоны физического выветривания зависит от форм рельефа местности. По данным макроскопического описания и процентного выхода керна при бурении скважин, поглощения промывочной жидкости и резистивиметрового каротажа установлено, что нижняя граница зоны интенсивной трещиноватости распространяется до глубины 110-120 м на водоразделах и до 80-90 м в понижениях рельефа местности.

Основными путями циркуляции подземных вод в зоне интенсивной трещиноватости являются открытые трещины, имеющие ширину до 3-5 мм.

Развитие трещин мало зависит от литологического состава пород. В этой зоне по данным резистивиметрии обводненными являются как песчаники, так и глинистые породы – алевролиты, но наиболее благоприятные условия для накопления и циркуляции подземных вод имеют песчаники и угли.

Наибольшей водопроницаемостью в выветрелой зоне обладает толща пород в интервале 50-90 м на водоразделах и от 10-20 м до 70-80 м в долинах рек.

В долинах рек водообильность пород увеличивается, особенно если они представлены песчаниками и пластами угля. Результаты пробных и опытных откачек, элементарных наблюдений и геофизических исследований позволили установить на отдельных участках в зоне интенсивного водообмена ряд водоносных горизонтов или обводненных зон, обладающих разными пьезометрическими напорами.

Таким образом, водообильность угленосных отложений зоны интенсивной трещиноватости на участках Талдинских 1-2 зависит как от геоморфологии рельефа местности, так и от литологического состава отложений. Наиболее обводненными являются мощные слои песчаников и пласты углей, имеющие непосредственный контакт друг с другом. Не исключено при этом, что пласты угля могут быть обводнены только в кровле и почве или по породным прослоям.

В пределах водораздельных участков месторождения подземные воды зоны выветрелых пород являются безнапорными с глубоким положением уровня (от 10 м до 30 м). В депрессиях же рельефа местности воды, как правило, напорные, с величиной напора до 0-20 м под водоупором и до 4-6 м над дневной поверхностью.

Питание трещинных вод зоны интенсивного водообмена осуществляется за счет атмосферных осадков и подтока под более глубокие водоносные горизонты. Разгрузка происходит в речную сеть, а также закрытый дренаж путем перетока в нижележащие водоносные горизонты.

Обводненность зоны затухающей трещиноватости

Макроскопическое описание керна свидетельствует о том, что трещины в горных породах развиты на всю глубину разведанной толщи осадочных отложений, причем на глубинах больше 110-120 м открытая трещиноватость развита слабее и не во всех литологических разностях.

На фоне общего затухания трещиноватости и ухудшения фильтрационных свойств пород, по данным элементарных наблюдений и геофизических работ в продуктивных отложениях ниже зоны выветривания выделяется пять водоносных горизонтов, которые в естественном состоянии взаимосвязаны только через трещинную зону. Эти пять основных водоносных горизонтов приурочены к пластам угля 88-87, 86-84, 82-81, 78 и 73.

На участке «Центральный-91» зумпф расположен на горизонте +200. Эта отметка является конечной по падению пласта 91. Но размеры зумпфа не удовлетворяют правилам безопасности ведения открытых горных работ, т.е. вместимость водосборника при открытом водоотливе должна соответствовать не менее чем на трехчасовой приток, а суммарная подача рабочих насосов главной водоотливной установки должна обеспечить в течение не более 20 ч откачку максимально ожидаемого суточного притока воды. Что может привести к затоплению выработанного пространства, а также угольных забоев.

На участке «Восточный 86-84» водосборник расположен на почве отработанного пласта 84-86 на гор. +170 м. Протяженность участка 1650 м по простиранию с юга на север. Водосборник с насосной установкой (Н/У) находится в южной части участка. При отработке пласта к северу участка работы осложняются, т.к. отсутствует дренажная канава для самотечного стока воды к водосборнику, и водосборник расположен не в самой низкой точке отработанного пласта. Поэтому угольный забой очень обводнен, при взрывных работах приходится использовать водоустойчивые взрывчатые вещества (ВВ), производить монтаж перекачных Н/У, ЛЭП и водоводов для них. Влажный уголь предварительно приходится сушить, а затем транспортировать на погрузку.

На участке «Восточный-73» ситуация аналогична участку «Восточный 86-84».

На всех трех участках смонтированы водопонижающие Н/У, от которых вода по водоводам поступает в отстойник, либо за пределы контура карьера.

В 2001 году на разрезе был создан участок дренажных работ. На сегодняшний день участком обслуживается три основные стационарные Н/У (насосы типа Д-1250). Н/У № 1 находится на участке «Восточный 86-84», Н/У № 2 находится на участке «Восточный-73», Н/У № 3 находится на участке «Центральный-91». Кроме основных Н/У в работе может быть до 6 перекачных Н/У. Их количество зависит от времени года, от технологии ведения горных работ.

Недостатки существующей технологии водоотведения:

- расположение зумпфов не удовлетворяет условию подвигания горных работ с перспективой на несколько лет;
- размеры зумпфов не удовлетворяют условиям безопасного ведения горных работ;
- негативное влияние на другие процессы открытых горных работ;
- потеря качества и количества полезных ископаемых.

Выполненные расчеты притоков воды основных водоносных горизонтов трещиноватой зоны на гор. +260 м и +200 м показывают, что по гор. +260 общий водоприток составит 230 м³/час и по гор. +200 м – 1100-1200 м³/час

На участке «Восточный 86-84» наиболее отработан пласт 86-84 до горизонта +170 м. Приток воды в выработку в среднем будет составлять 1000 м³/ч. Годовое подвигание фронта добычных работ составляет в среднем 47 м/год. Поэтому по результатам проведенного анализа существующего водоотведения и горных работ, а так же инженерных изысканий предлагается следующее: осуществить дренирование карьерного поля с помощью средств открытого водоотлива и опережающей траншеи на обводненных рабочих уступах. Эффект осушения добычных забоев в предлагаемом техническом решении осуществляется путем строго определенного порядка формирования карьерного пространства, и организованного водосбора притоков в карьере с целью понижения уровня подземных вод и создания необходимой депрессионной кривой: вскрытие карьерного поля первоначальным карьером или котлованом в месте наибольшего понижения почвы водоносной толщи и формирование на дне карьера стационарного водосборника, оборудованного средствами открытого водоотлива; отработка уступов водоносной толщи по восстанию гипсометрии подошвы толщи с естественным уклоном в сторону водосборника на каждом уступе; организованный сбор водопритокков со стороны нерабочих бортов карьера путем устройства водоотводных канав на добычных уступах водоносной толщи и сброс воды в стационарный водосборник на дно карьера.

Длина опережающих дренажных траншей (щелей) определяется расчетом и зависит от фильтрационных характеристик осушаемого массива.

Траншея рассчитывалась на опережение горных работ сроком на три года. В дальнейшем планируется продление траншеи. Данная технология имеет циклический характер, но требует строгого соблюдения порядка отработки, т.е. добычные работы должны вестись в сторону от траншеи по восстанию подошвы пласта.

Проходка опережающей дренажной траншеи будет производиться по породе и углю в наиболее низком месте в крест простирания пласта и вглубь по падению пласта. Траншея должна быть пройдена на достаточную длину и глубину с учетом годового подвигания фронта добычных работ. В конце траншеи оборудуется зумпф с Н/У. По низу обоих бортов траншеи и рабочего борта прокапываются дренажные канавы.

Место расположения проектного зумпфа предполагается в южной части участка в пройденной опережающей дренажной траншее. Траншея будет проходить в самом низком месте по простиранию пласта 86-84, это отметка +161 м, что представлено и на рисунке 1. Зумпф будет располагаться на гор. +140 м.

Параметры траншеи должны удовлетворять условию безопасного размещения оборудования и инженерных сооружений (рисунок 2). Параметры траншеи определяем графическим методом. При этом учитывается подвигание фронта добычных работ, которое составляет в среднем 47 м/год. Мощность вскрыши определяется по профилю. Длина траншеи по низу составит 150 м, ширина по низу 80 м. Углы откосов уступов борта траншеи 75°. Объем горной массы, извлекаемой горизонтальными слоями по 15 м, при проходки траншеи $V_{г.м.тр} \approx 1870$ тыс.м³. Через каждые 30 м от дна траншеи оставляются бермы

безопасности по 10 м.

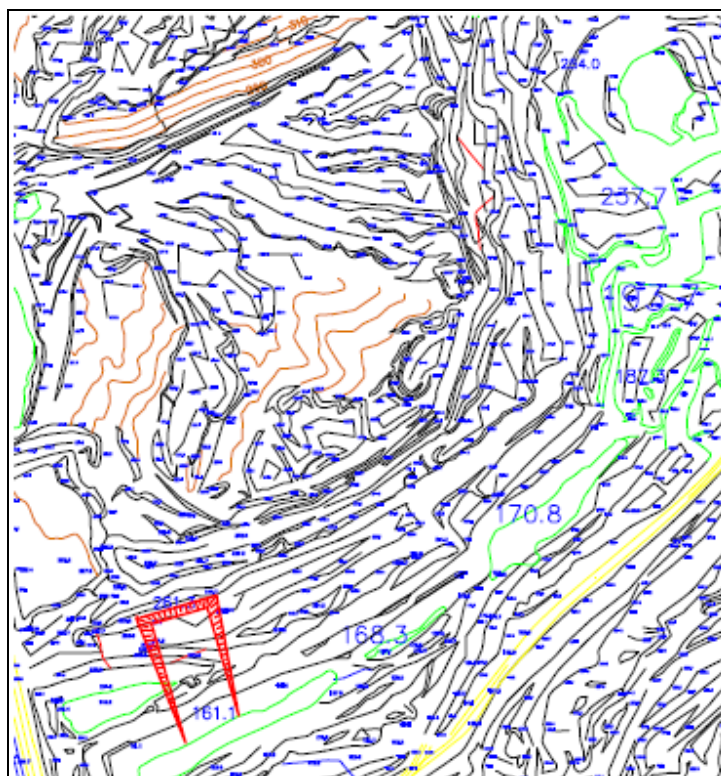


Рисунок 1 – Выбор места расположения зумпфа

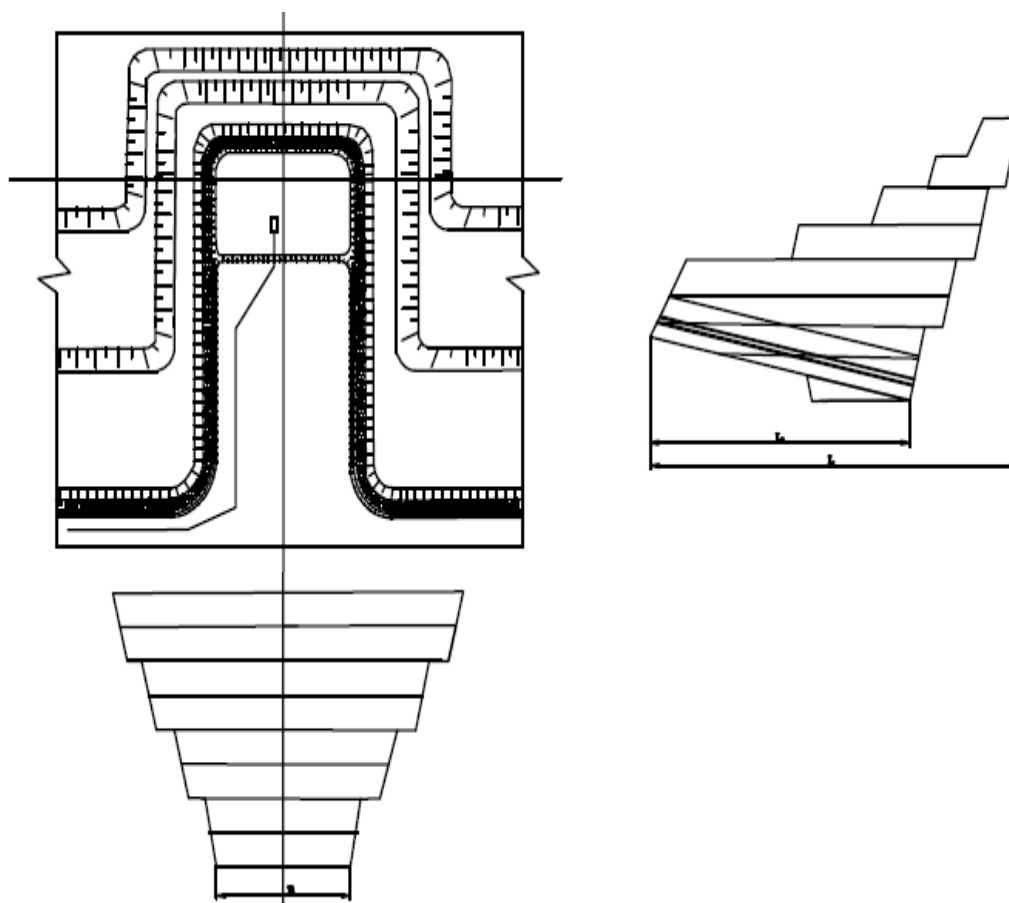


Рисунок 2 – Параметры траншеи для обустройства зумпфа

Выбор оборудования для осушения

Основными факторами для выбора насосного оборудования являются: производительность насоса Q (подача, $\text{м}^3/\text{ч}$), высота подъема воды H (напор, м вод.ст.), диаметр водовода.

Производительность насоса должна соответствовать максимальному притоку воды 1100-1200 $\text{м}^3/\text{ч}$, высоте столба более 100 м. Планируется принять насос Д-1250/125 с подачей $Q = 1250 \text{ м}^3/\text{ч}$ и напором $H = 125 \text{ м вод.ст.}$, электродвигатель 1450 об/мин и мощностью 630 кВт. Для обеспечения оптимальной работы насоса диаметр трубы водовода принимается 500 мм. По правилам безопасности при разработке угольных месторождений открытым способом количество насосов равно 3 шт. – один в работе, один резервный, один в ремонт.

Таким образом, на основании выполненных исследований разработана технология отведения поверхностных и подземных вод, позволяющая увеличить объем добычи и качество угля по участку «Восточный 86-84» Талдинского месторождения.

УДК 622.28:622.34(043)

ВЛИЯНИЕ ГЕОМЕТРИИ РАСПОЛОЖЕНИЯ АНКЕРНОЙ КРЕПИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ ВЫРАБОТОК В УСЛОВИЯХ НЕРАВНОМЕРНОГО ПОЛЯ НАПРЯЖЕНИЙ

Лобанова О.О., Сухоруков В.В.

Научный руководитель: к.т.н. доцент Федоренко А.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

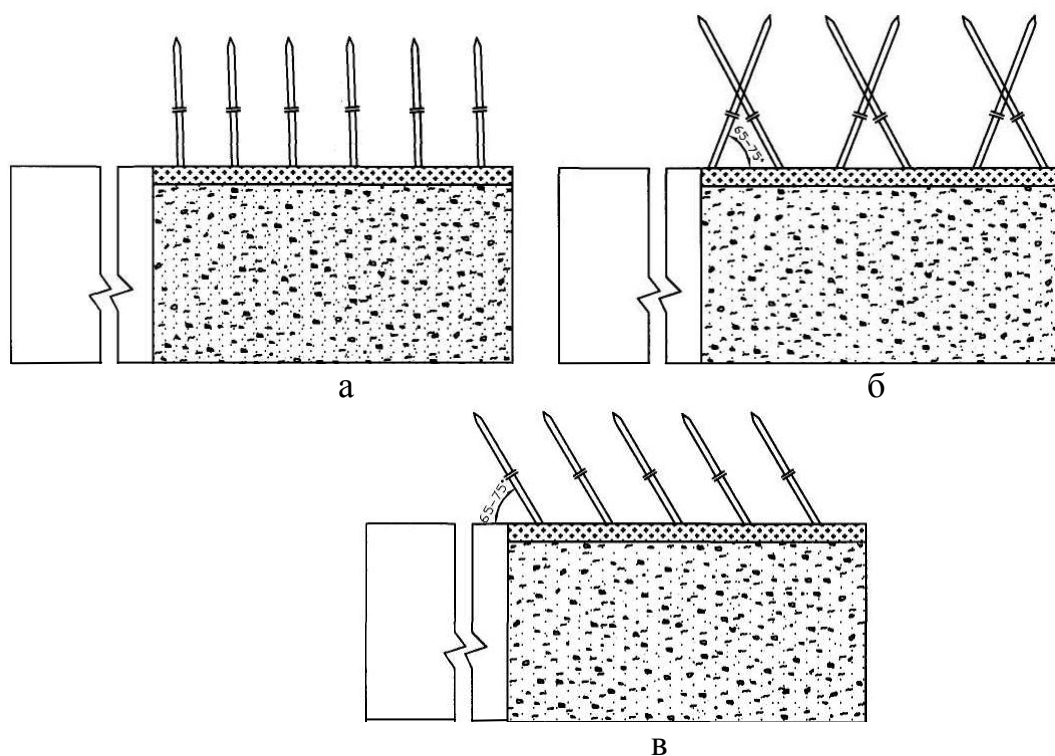
Реальный скальный массив горных пород, окружающий выработку, разбит трещинами, что всегда принимается во внимание при определении показателей свойств горных пород в массиве. В ряде случаев трещиноватость влияет не только на механические характеристики пород в массиве, но и, расчленяя его на структурные элементы-блоки, придает ему новое качество, деформации которого оказываются связанными с взаимным смещением блоков.

Для повышения несущей способности такого массива ему необходимо придать связанность путем, например, особой геометрии расположения анкеров в приконтурном массиве в сочетании с решеткой и набрызгбетоном, создав замкнутый контур [1].

С целью выявления рациональной геометрии расположения анкеров в приконтурном массиве в лабораторных условиях были проведены исследования устойчивости выработок на образцах из песчано-цементного состава в масштабе 1:75. Для придания определенной структуры массиву в него добавились древесные опилки в количестве пяти процентов от объема модели. Анкеры, заранее прикрепленные к сетке размером 0,8×0,8 мм путем пайки, вставлялись в опалубку перед заливкой. Исследовались вертикальное, наклонное и комбинированное расположение анкеров, установленных под

углом 70° относительно продольной оси выработки с сеткой (рисунок 1).

Всего в образце располагалось восемь рядов анкеров, располагаемых в шахматном порядке. Для наглядного сравнения первая половина модели была закреплена анкерами с сеткой, а вторая не закреплена. Сетка расположения анкеров и их длина в модели составляли соответственно 9×9 и 30 мм, что соответствовало в натуре $0,7 \times 0,7$ и 2 м. Размеры выработки в модели принимались: ширина 40 мм, высота до пяты свода 30 мм, стрела подъема 10 мм, что соответствовало размерам выработки в натуре $3,0 \times 3,0$ м. Для соблюдения граничных условий расстояние от выработки до края массива принималось равным трем размерам выработки. Таким образом, размер модели составил $210 \times 210 \times 140$ мм.



а – вертикально к кровле выработки; б – под углом 70° с наклоном в сторону забоя; в – комбинированное расположение

Рисунок 1 – Схема расположения анкеров

Для определения критерия подобия составляем критериальное уравнение прочности закрепленной выработки, используя анализ размерности на основе π -теоремы Бэкингема, т.е. находим функцию следующих параметров:

$$\Delta\sigma_B = \sigma_{M,П} - \sigma_{сж} = \varphi(\delta, v, \tau_{max}, \rho, \beta_1, \beta_2), \quad (1)$$

где $\sigma_{M,П}$, $\sigma_{сж}$, – напряжение и прочность на сжатие стенки анкера – порода, Па; l – длина анкера, м; δ – толщина стенки анкера, м; v – скорость динамического сдвига пород, м/с; τ_{max} – касательное напряжение на контуре выработке, Па; ρ – плотность горной породы, $кг/м^3$; β_1 , β_2 – угол внутреннего трения пород и угол наклона анкера, рад.

Используя метод нулевых размерностей, определяем следующие критерии подобия:

$$\frac{\sigma_{mn} - \sigma_{сж}}{\rho v^2} = \pi_1 \quad - \text{ критерий, характеризующий отношение разности}$$

прочности металлопородной оболочки и горной породы на сжатие к динамическому давлению сдвига;

$$\frac{\delta}{l} = \pi_2 ; \frac{\beta_2}{\beta_1} = \pi_3 \quad - \text{ критерии, характеризующие геометрию системы;}$$

$$\left(\frac{v \cdot \delta \cdot \rho}{\tau_{\max} \Delta t} \right) = \pi_4 \quad - \text{ критерий, характеризующий отношение динамических сил}$$

к силам пластической вязкости металлопородной оболочки, (Δt – время взрыва при установке анкера).

По первой и третьей теоремам подобия одноименные критерии подобия модели и натуры должны быть равны, т.е.:

$$\pi_1^M = \pi_1^H ; \pi_2^M = \pi_2^H ; \pi_3^M = \pi_3^H ; \pi_4^M = \pi_4^H , \quad (2)$$

Для создания неравномерного поля напряжений, действующего на контуре выработки, была разработана модель, в которой использовалась зернистая среда.

Всякая зернистая среда – не воспринимает растягивающих усилий; представляет вполне упорядоченное множество [2]. В качестве зернистой среды в модели были приняты стальные шарики диаметром 8 мм.

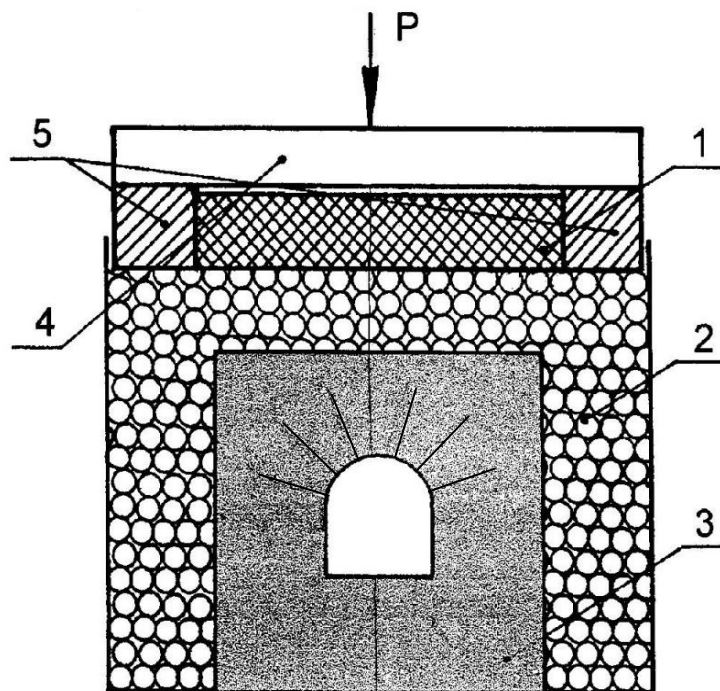
Непременным условием взаимодействия таких частиц является наличие между ними точек контакта. Под контактом в данном случае понимаются точечные соприкосновения двух частиц, к которым приложены реактивная сила, по величине и направлению представляющая равнодействующую всех сил взаимодействия двух частиц. При такой трактовке контакта каждая пара частиц может иметь только один рабочий контакт. Для наиболее плотной упаковки такой среды принимаем для пространственной задачи наиболее типичные у частиц шесть рабочих контактов.

Для проведения испытаний образцов был разработан специальный стенд, в передней части которого было предусмотрено окно для наблюдения процессов деформирования и разрушения контура выработки [3].

Перед испытаниями образец помещался в каркас, между стенками которого и моделью засыпались металлические шарики диаметром 8 мм. Сверху модель засыпалась шариками на высоту 20 мм. Далее на шарики укладываются металлические бруски размером 20×40×135 мм, между которыми помещается резина с различным модулем упругости для компенсации части вертикальных напряжений (рисунок 2).

При засыпке шарики уплотнялись, чтобы получилась плотная их укладка (число рабочих контактов у частиц равнялось шести). Модель помещалась под пресс, развивающий усилие до 500 кН. Весь процесс испытания образцов снимался на видеокамеру с выводом изображения на экран телевизора. Это позволило видеть все протекающие геомеханические процессы внутри

выработки на экране телевизора.



1 – резина; 2 – металлические шарики; 3 – образец; 4 – площадка;
5 – металлические бруски

Рисунок 2 – Общий вид модели

При воздействии усилия P на площадку 4, последняя передает усилие на металлические бруски 5, которые воздействуют на шарики 2. Металлические шарики, находящиеся между стенками модели и каркаса создают усилия на боковые стенки образца 3. Так как помещенная в верхней части резина 1 обладает необходимой упругостью, то под действием вертикальной нагрузки P она воспринимает часть деформации на себя, и таким образом вертикальная нагрузка оказывается меньше горизонтальной. За счет разной упругости резины 1 можно создавать неравномерное поле напряжений, в котором горизонтальные напряжения будут превышать вертикальные. Всего было испытано 11 образцов. При исследовании была принята арочная форма выработки как наиболее устойчивая и широко применяемая на рудных шахтах.

Анализ видеоматериалов исследований показал, что при традиционном расположении анкеров (перпендикулярно к кровле выработки) при нагрузке 200 кН начинается шелушение незакрепленной части выработки, отслоение отдельных кусков породы со стороны свода незакрепленной части выработки, отслоение анкеров с сеткой от кровли выработки. При средней нагрузке 250 кН происходит разрушение выработки на сопряжении стенок и почвы выработки, а при нагрузке 270 кН образуется опасный провис сетки с анкерами во внутрь выработки, и она полностью теряет несущую способность (рисунок 1, а).

При наклонном расположении (рисунок 1, б) анкеров характер деформации выработки аналогичен вышеописанному – процесс деформирования начинается с незакрепленной части выработки. Однако следует отметить, что при нагрузке 300-350 кН кровля выработки

закрепленной части находилась в удовлетворительном состоянии, а почва выработки была выдавлена во внутрь выработки на 20-25 мм. Это объясняется действием горизонтальных повышенных напряжений.

При комбинированном расположении анкеров (рисунок 1, в) при доведении нагрузки до 470 кН произошло выдавливание почвы выработки, обрушение кровли и боков незакрепленной части выработки, обрушение отдельных кусков из боков выработки. Кровля закрепленной части находилась в удовлетворительном состоянии – отслоений сетки с анкерами не установлено.

Для сравнения были проведены исследования, когда вся выработка была не закреплена. При нагрузках 150-170 кН начинается отслоение отдельных кусков породы со стороны кровли выработки, отдельные незначительные обрушения со стороны боков выработки. При нагрузке 210 кН произошла потеря устойчивости приконтурной части выработки. Выдавливание почвы выработки не наблюдалось. Это, на наш взгляд, объясняется тем, что когда выработка не закреплена, то разрушение начинается при значительно меньших предельных нагрузках, которых достаточно для начала разрушения наиболее лимитирующего элемента выработки – кровли.

Для расчета напряженно-деформированного состояния приконтурного массива было использовано математическое моделирование по методике О.М. Серякова. На основании лабораторных исследований, подтвержденных расчетами доказано, что угол наклона анкеров должен соответствовать углу внутреннего трения. Установлено, что наклонное и комбинированное расположение анкеров под углом 70° относительно продольной оси выработки создает в кровле выработки увеличенную зону состояния всестороннего сжатия, уменьшающую разрушение пород и увеличивает устойчивость выработки в 1,5 раза по сравнению с вертикальным расположением.

Выводы

1. Установлено влияние схем расположения анкеров на распределения напряжений в массиве. Величины горизонтальных, вертикальных и касательных напряжений, обеспечивающие устойчивость выработки, находятся в соотношении $\sigma_x:\sigma_y:\tau_{\max}=7:5:3$ и определяются углом расположения анкеров, равным 70° относительно продольной оси выработки.

2. Установлено, что применение анкерного крепления при наклонном их расположении относительно продольной оси выработки приводит к повышению устойчивости приконтурного массива до 20 % по сравнению с вертикальным.

4. Разнонаправленное расположение анкеров создает в этой области состояние всестороннего сжатия, практически исключаящее разрушение пород.

Библиографический список

1. Патент РФ на изобретение № 2368786, Е21Д 20/00 (2006.01) Способ крепления подготовительных выработок анкерной крепью. / А.И. Федоренко А.А. Еременко, О.В. Королев, В.А. Сухоруков, В.Н. Фрянов, В.В. Сухоруков. Опубл. 27.09.2009. Бюл. № 27.

2. Кацауров И.И. Механика зернистой среды и ее применение в

строительстве. 2-е изд., испр. и перераб. Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1988 – 280 с.

3. Патент РФ на изобретение № 23906232, E21C 39/00 (2006.01) Способ моделирования деформирования и разрушения массива горных пород вокруг выработанного пространства. / А.И. Федоренко, В.А. Сухоруков, Е.Б. Шенгерей, В.В. Сухоруков. Опубл.27. 05.2010, Бюл. № 15.

УДК 622.235

РАСЧЕТ БЕЗОПАСНЫХ РАССТОЯНИЙ СЕЙСМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ

Ефименко А.С., Борисов И.В., Верченко А.П., Цветков И.Ю.
Научный руководитель: к.т.н. Машуков И.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Расстояния, при которых колебания грунта, вызываемые однократным взрывом сосредоточенного заряда взрывчатых веществ, становятся безопасными для зданий и сооружений, определяются по формуле, приведенной в Единых правилах безопасности при взрывных работах [1]

$$r_c = K_2 K_c \alpha \sqrt[3]{Q}, \quad (1)$$

где r_c - безопасное расстояние от места взрыва до охраняемого здания (сооружения), м;

K_2 - коэффициент, зависящий от свойств грунта в основании охраняемого здания (сооружения);

K_c - коэффициент, зависящий от типа здания (сооружения) и характера застройки;

α - коэффициент, зависящий от условий взрывания, для скважинных зарядов рыхления $\alpha = 1$;

Q - масса заряда, кг.

Значения коэффициентов K_2 и K_c приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Значения коэффициента K_2

Скальные породы плотные, ненарушенные	5
Скальные породы, нарушенные, неглубокий слой мягких грунтов на скальном основании	8
Необводненные песчаные и глинистые грунты глубиной более 10 м	12
Почвенные обводненные грунты и грунты с высоким уровнем грунтовых вод	15
Водонасыщенные грунты	20

Таблица 2 – Значения коэффициента K_c

Одинокные здания и сооружения производственного назначения с железобетонным или металлическим каркасом	1
Одинокные здания высотой не более двух-трех этажей с кирпичными и подобными стенами	1,5
Небольшие жилые поселки	2

При одновременном взрывании N зарядов взрывчатых веществ общей массой Q со временем замедления между взрывами каждого заряда не менее 20 мс безопасное расстояние определяется по формуле

$$r_c = K_1 \times K_2 \times \frac{K K \alpha}{N^{1/4}} \cdot Q^{1/3}, \quad (2)$$

K_1 - коэффициент, учитывающий размещение заряда в водонасыщенных грунтах, равный 2;

K_2 - коэффициент, учитывающий наличие повреждений в зданиях, равный 2.

При определении N и Q можно не учитывать заряды, масса которых меньше массы максимального заряда взрывающей группы в 3 раза и более.

В настоящее время на угольных разрезах применяется неэлектрическая система инициирования с использованием в скважинах СИНВ-С с замедлением 450, 500 мс и в поверхностной взрывной сети СИНВ-П с замедлением 42 и 67 мс. Наиболее распространенной схемой монтажа взрывной сети на поверхности является выполнение магистральной линии из СИНВ-П-42 вдоль блока по первому ряду и подсоединения к ней участков линий из СИНВ-П-67, проложенных по поперечным рядам. Такая схема монтажа является наиболее простой в выполнении и обеспечивает взрывание зарядов по диагонали с «поскважинным» замедлением, то есть каждая скважина взрывается со своим временем замедления. При таком взрывании для каждого заряда формируются свободные поверхности наибольшей величины, что обеспечивает снижение энергоёмкости разрушения и повышение эффективности дробления горного массива. Раздельное взрывание скважинных зарядов снижает массу одновременно взрывающегося заряда и соответственно снижается сейсмическое воздействие.

При расчете безопасных расстояний по сейсмическому воздействию в проектах массовых взрывов, проводимых на разрезах по формуле (2) количество N не одновременно взрывающихся зарядов принимается равным количеству скважинных зарядов из предположения «поскважинного» замедления. Время замедления каждой скважины зависит от количества скважин в продольных и поперечных рядах, времени замедления в поверхностных средствах инициирования, их количества и схемы монтажа взрывной сети. При распространении инициирующего импульса по поверхностной взрывной сети на каждом устройстве СИНВ-П происходит замедление. Время замедления каждой скважины определяется суммой времени замедления на каждом устройстве СИНВ-П при прохождении импульса по сети от начала инициирования схемы до скважины. В Единых правилах

безопасности при ведении взрывных работ [1] не одновременно взрываемыми зарядами считаются заряды или группы зарядов, время замедления между которыми составляет более 20 мс. Фактический интервал времени замедления между скважинными зарядами может составлять 0 (одновременное взрывание), 1, 2, 7, 8, 9, 16, 17, 25 и 42 мс, т. е. в интервале 20 мс могут находиться несколько скважинных зарядов.

Пример расчета времени замедления скважин выполнен для массового взрыва блока 131, проведенного 18.05.2010 г. на ООО «Разрез «Бунгурский-Северный». Схема расположения и взрывания скважинных зарядов приведена на рисунке.

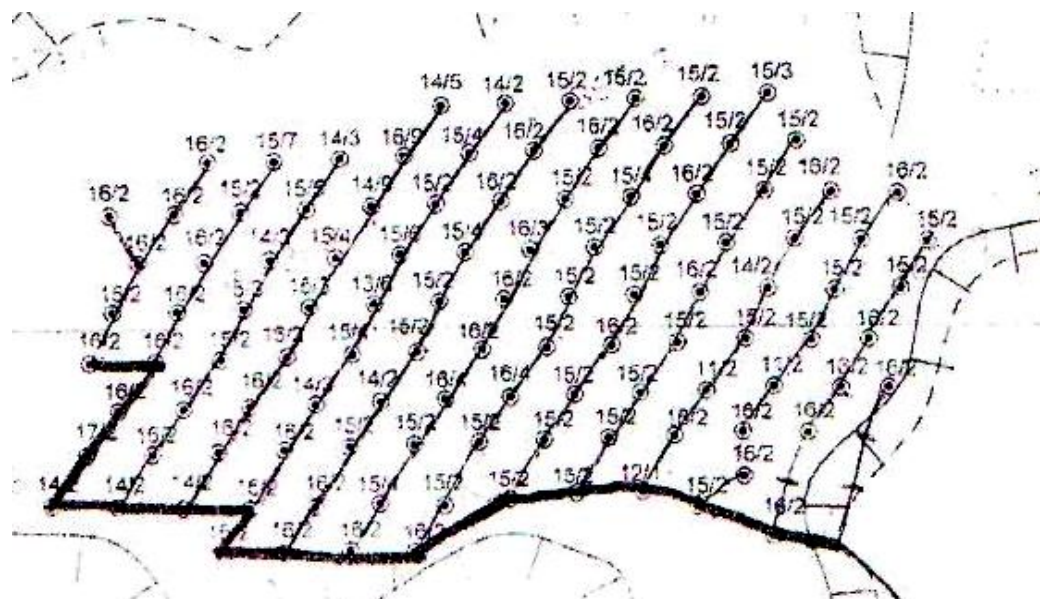


Рисунок – Схема монтажа взрывной сети блока 131

Общая масса ВВ на взрыв составила 41077 кг. Фактический удельный расход ВВ на отбойку по блоку составил 1,14 кг/м³. Скважины диаметром 203 мм, глубиной 15-17 м расположены по сетке 5*6 м. Общее количество скважин в блоке составляет 110 штук, общий объем бурения составляет 1671 м. В скважины устанавливались промежуточные детонаторы, изготовленные из пашек ПТ-П500 и СИНВ-С-450. Скважины расположены в 15 рядах от одной до 10 скважин в ряду. В магистральной линии использовались СИНВ-П-42, в участковых линиях - СИНВ-П-67.

Для определения времени замедления подхода инициирующего импульса к скважине заполняется таблица, в которой ячейки в столбцах соответствуют скважинам, соединенным в участковые линии, а ячейки верхней строки - скважинам магистральной линии. В таблице 1 приведено фактическое время замедления скважинных зарядов.

Таблица 1 – Время замедления скважин в поверхностной сети в мс

Скважинные заряды в ряду	Ряды скважинных зарядов														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	42	84	126	168	210	252	294	336	378	462	504	546		
2		109	151	193	235	277	319	361	403	420	529	571	588		
3		176	218	260	302	344	386	428	470	487	596	638	630	714	
4		243	285	327	369	411	453	495	537	554	663	705	672	781	
5		310	352	394	436	478	520	562	604	621	730	772	739	848	915
6		377	419	461	503	545	587	629	671	688	797	839	806	915	
7			486	528	570	612	654	696	738	755	864	906	873	982	
8			553		637	679	721	763	805	822	931	973	940		
9						746	788	830	872	889	998				
10							855	897	939	956					

В таблице 2 приведена очередность и время замедления скважин в поверхностной сети, количество групп замедления в блоке 131. Из таблицы видно, что интервалы замедления между зарядами составляют 0, 1, 7, 8, 9, 16, 17, 25 и 42 мс. Количество скважинных зарядов, взрывааемых в группе составляет от 1 до 5. Количество не одновременно взрывааемых зарядов N составляет 40. Так как при определении N и Q можно не учитывать заряды, масса которых в 3 раза и более меньше массы максимального заряда взрывааемой группы, то можно исключить первые три скважинных заряда, взрывааемых с замедлением 0, 42 и 84 мс, имеющих массу ВВ соответственно 401, 401 и 370,5 кг, что составляет 1172,5 кг. К расчету принимаются 37 групп, взрывааемых не одновременно. На основе проведенного анализа при расчете по формуле (2) по полученным параметрам: $Q = 39904,5$ кг, $N = 37$, $\alpha = 1$, $K_c = 2$, $K_2 = 15$, $K_1 = 2$, $K_2 = 2$ безопасное расстояние по сейсмическому воздействию составит 1654 м.

Таблица 2 – Очередность, время замедления и количество групп

Очередность взрывания	Время замедления, мс	Интервал времени замедления, мс	Номер группы замедления	Очередность взрывания	Время замедления, мс	Интервал времени замедления, мс	Номер группы замедления	Очередность взрывания	Время замедления, мс	Интервал времени замедления, мс	Номер группы замедления	Очередность взрывания	Время замедления, мс	Интервал времени замедления, мс	Номер группы замедления
1	0	0	1	29	378	1	13	57	570	8		85	772	9	31
2	42	42	2	30	386	8		58	571	1		86	781	9	
3	84	42	3	31	394	8		59	587	16		87	788	7	
4	109	25		32	403	9	17	60	588	1	24	88	797	9	32
5	126	17	4	33	411	8		61	596	8		89	805	8	
6	151	25		34	419	8		62	604	8		90	806	1	
7	168	17	5	35	420	1	18	63	612	8	25	91	822	16	33

Продолжение таблицы 2

Очередность взрывания	Время замедления, мс	Интервал времени замедления, мс	Номер группы замедления	Очередность взрывания	Время замедления, мс	Интервал времени замедления, мс	Номер группы замедления	Очередность взрывания	Время замедления, мс	Интервал времени замедления, мс	Номер группы замедления	Очередность взрывания	Время замедления, мс	Интервал времени замедления, мс	Номер группы замедления
8	176	8		36	428	8		64	621	9		92	830	8	
9	193	17	6	37	436	8		65	629	8		93	839	9	
10	210	17		38	453	17	19	66	630	1		94	848	9	34
11	218	8	7	39	461	8		67	637	7		95	855	7	
12	235	17		40	462	1		68	638	1	26	96	864	9	
13	243	8		41	470	8		69	654	16		97	872	8	
14	252	9	8	42	478	8	20	70	663	9		98	873	1	35
15	260	8		43	486	8		71	671	8		99	889	16	
16	277	17	9	44	487	1		72	672	1	27	100	897	8	
17	285	8		45	495	8		73	679	7		101	906	9	36
18	294	9		46	503	8		74	688	9		102	915	9	
19	302	8	10	47	504	1	21	75	696	8	28	103	915	0	
20	310	8		48	520	16		76	705	9		104	931	16	37
21	319	9		49	528	8		77	714	9		105	939	8	
22	327	8	11	50	529	1		78	721	7	29	106	940	1	
23	336	9		51	537	8	22	79	730	9		107	956	16	38
24	344	8		52	545	8		80	738	8		108	973	17	
25	352	8	12	53	546	1		81	739	1		109	982	9	39
26	361	9		54	553	7		82	746	7	30	110	998	16	40
27	369	8		55	554	1		83	755	9					
28	377	8	13	56	562	8	23	84	763	8	31				

В расчетах безопасного расстояния, приведенных в проекте массового взрыва на ООО «Разрез «Бунгурский-Северный», приняты следующие параметры: количество не одновременно взрываемых зарядов N принимается равным количеству скважинных зарядов $N = 110$, $Q = 41077$ кг, $\alpha = 1$, $K_c = 2$, $K_s = 15$, $K_1 = 2$, $K_2 = 2$, по которым безопасное расстояние по сейсмическому воздействию составит 1234 м, что на 420 м или 34 % меньше.

Этот метод расчета приводит к существенной ошибке определения безопасного расстояния для охраняемых зданий, находящиеся на расстоянии 1500-2500 м от разрезов, которые могут попасть в опасную зону по сейсмическому воздействию.

Для исключения подобных случаев необходимо производить расчет фактического времени замедления по каждой скважине с учетом схемы монтажа взрывной сети и определять количество не одновременно взрываемых групп зарядов. Из практики расчета количества не одновременно взрываемых групп зарядов по фактическим блокам получено снижение их числа в 1,5-3 раза

от количества скважин в блоке, которое зависит от схемы монтажа взрывной сети.

Библиографический список

1. Безопасность при взрывных работах: Сборник документов. Серия 13. Выпуск 1 / Колл. авт. – 2-е изд. испр. и доп. – М.: Государственное унитарное предприятие «Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России», 2002. – 252 с. сборник вкл.: Единые правила безопасности при взрывных работах (ПБ 13-407-01), Положение о порядке подготовки и проверки знаний персонала для взрывных работ (РД 13-415-01).

УДК 622.235

РЕГИСТРАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ОТ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ

Ефименко А.С., Борисов И.В., Верченко А.П., Цветков И.Ю.

Научный руководитель: к.т.н. Машуков И.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

При производстве массовых взрывов на угольных разрезах проявляются опасные воздействия на прилегающие территории, которые проявляются в виде разлета кусков, сейсмических колебаний земной поверхности, ударной воздушной волны и выделения ядовитых газов. Эти воздействия проявляются на расстояниях до 2000 м и зависят от многих факторов. Опасная зона по разлёту кусков составляет обычно 500-600 м, но зафиксированы отдельные случаи разлета кусков на расстояния до 1500 м. Сейсмические колебания земной поверхности проявляются на расстояниях до 1500-2000 м. Опасная зона по действию ударной воздушной волны на застекление составляет не более 100 м, хотя отрицательное психологическое воздействие на человека от звукового эффекта может проявляться и на расстояниях до 2-х км. Опасные концентрации ядовитых газов зафиксированы в тупиковых забоях с плохой вентиляцией, но пылегазовое облако может ухудшать экологическую обстановку прилегающих территорий на расстояния до двух километров.

Величина сейсмических колебаний земной поверхности зависит от общей массы ВВ на взрыв, количества групп взрываемых зарядов, массы ВВ в группе, расположения взрываемого блока в выработанном пространстве разреза, направления отбойки горного массива и расстояния до охраняемых объектов.

По просьбе угольных разрезов ООО «Разрез «Бунгурский-Северный», ООО «Разрез «Березовский», ООО «Разрез «Корчакольский», «УК «Кузбассразрезуголь» «Талдинский угольный разрез», ООО «Разрез Степановский», ООО «Разрез «Южный», «Разрез Томусинский» производилась регистрация сейсмических колебаний земной поверхности в поселках Рассвет, Малиновка, Успенка, Учул, Гавриловка, Новомосковка, Ясная Поляна, Маганак, Матюшино, Притомский от массовых взрывов, проводимых на

предприятиях. Оценка величины сейсмических колебаний проводилась при производстве 85 массовых взрывов, в основном, в двух пунктах наблюдения. Пункты регистрации находились на расстоянии от 300 м до 12 км. Общая масса ВВ на взрыв составляла от 3 до 270 т.

Регистрация сейсмических колебаний земной поверхности основана на записи аналоговых электрических сигналов сейсмоприемников на персональный компьютер (ПК). Принцип работы сейсмоприемников основан на перемещении корпуса прибора вместе с магнитной системой относительно неподвижной электрической катушки. При этом магнитные силовые линии пересекают витки катушки и в катушке наводится электродвижущая сила, пропорциональная скорости перемещения корпуса датчика и соответственно фундамента здания.

Для перевода аналогового электрического сигнала в цифровой код применяются аналогово-цифровые преобразователи (АЦП) модели Е-440. Запись сигналов датчиков в цифровом коде осуществляется на жёсткий диск ПК.

Для регистрации сейсмических колебаний использовались сейсмоприёмники СМ-3КВ, технические характеристики приведены в таблице.

Таблица – Технические характеристики сейсмоприемника СМ-3КВ

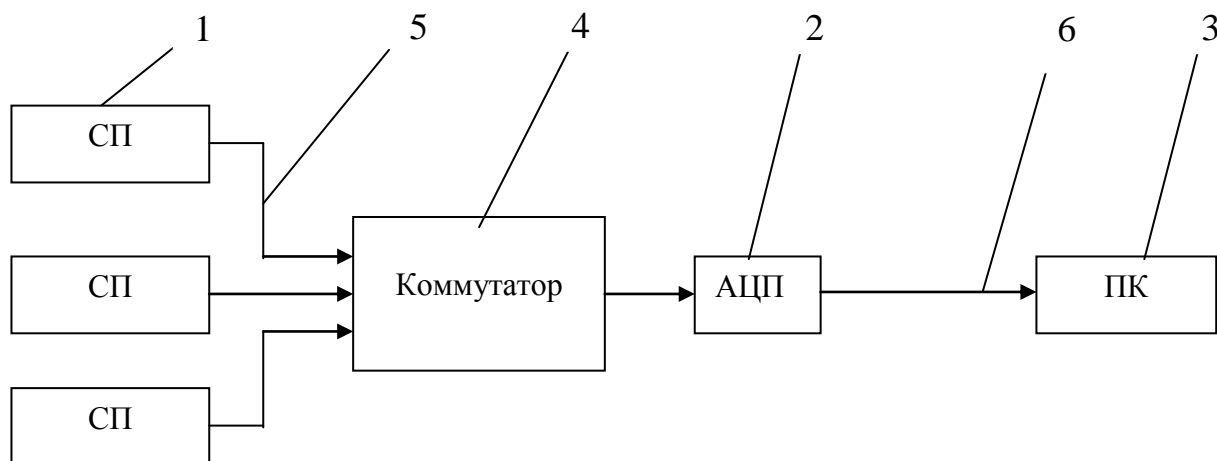
Наименование характеристики	Величина
Коэффициент преобразования, мВ×сек/см: рабочей катушки	1350 ± 270,25
катушки затухания	130 ± 10,95
Электрическое сопротивление, Ом: рабочей катушки	1600 – 2400
катушки затухания	35 – 53
Воздушное затухание маятника	0,02
Период собственных колебаний маятника, с	2 ± 0,1
Приведенная длина маятника, м	0,084 ± 0,0084
Момент инерции маятника, кгм ²	(8,5 ± 1,2755) × 10 ⁻³
Масса, кг, не более	7,5

Для регистрации фактических колебаний грунта и определения уровня воздействия массовых взрывов на здания жилого сектора использовалась переносная сейсмостанция, которая состоит из сейсмоприёмников, коммутатора, АЦП и ноутбука. Блок-схема сейсмостанции приведена на рисунке 1.

Обработка и регистрация сейсмических сигналов в цифровом коде с АЦП модели Е-440 осуществляется программой «L-GRAF». Для обработки кодовых значений цифрового сигнала, записанного программой "L-GRAF" в значения скорости смещения грунта и пересчета номера отсчета во временной интервал разработана программа "Seismikanaliz" на языке Pascal в среде Delphi. Программа позволяет определить сигнал из всего файла данных и выделить его для обработки и размещения в Excel для распечатки в графическом виде.

По результатам измерений получены следующие величины скорости колебаний земной поверхности

- десятые доли мм/с на расстоянии 6-12 км от взрывов массой 150-270 т;
- 0,5 мм/с на расстоянии 1,5-2 км от взрывов массой 50 т;
- около 1 мм/с на расстоянии 1-1,5 км от взрывов массой 30 т;
- 1-2 см/с на расстоянии 1,5 км от взрывов массой 100-200 т.



1 - сейсмоприемники регистрации горизонтальных и вертикальных колебаний,
2 - внешний модуль АЦП, 3 - персональный компьютер,
4 - коммутатор с соединительным кабелем к входу АЦП,
5 - соединительный кабель сейсмоприемника с коммутатором,
6 - кабель соединения внешнего модуля АЦП с персональным компьютером
Рисунок 1 – Блок-схема переносной сейсмостанции регистрации сейсмических колебаний

В некоторых случаях на расстояниях 1,5-2 км при производстве массовых взрывов наблюдалась вторая волна колебаний, вызванная распространением ударной воздушной волны и воздействием этой волны на здания и земную поверхность. В качестве примера на рисунке 2 приведена запись скорости сейсмических колебаний земной поверхности в поселке Малиновка от массового взрыва, проведенного 28.05.2010 г. на ООО «Разрез «Корчаковский».

Массовый взрыв был проведен в блоке № 22 на горизонте 262 м в профиле 17-29. Скважины диаметром 215 мм в количестве 130 штук расположены по сетке 5*5 м. Общая масса ВВ на взрыв составила 22912,5 кг. Фактический удельный расход ВВ на отбойку по блоку составил 0,64 кг/м³. Масса ВВ в скважинах глубиной 11 м составила 176,25 кг длина заряда 6,5 м, забойки – 4,5 м.

По сейсмограмме величина скорости колебаний земной поверхности от ударной воздушной волны составляет 1 мм/с и превышает сейсмические колебания, распространяющиеся по массиву горных пород. Вступление второй волны колебаний произошло через 3,5 с. Расстояние до взрываемого блока составляет 1155 м с учетом скорости распространения звуковой волны 330 м/с, что соответствует маркшейдерским данным. Колебания величиной 1 мм/с не

являются опасными для зданий и их застеклений, но имеют сильное психологическое воздействие на человека.

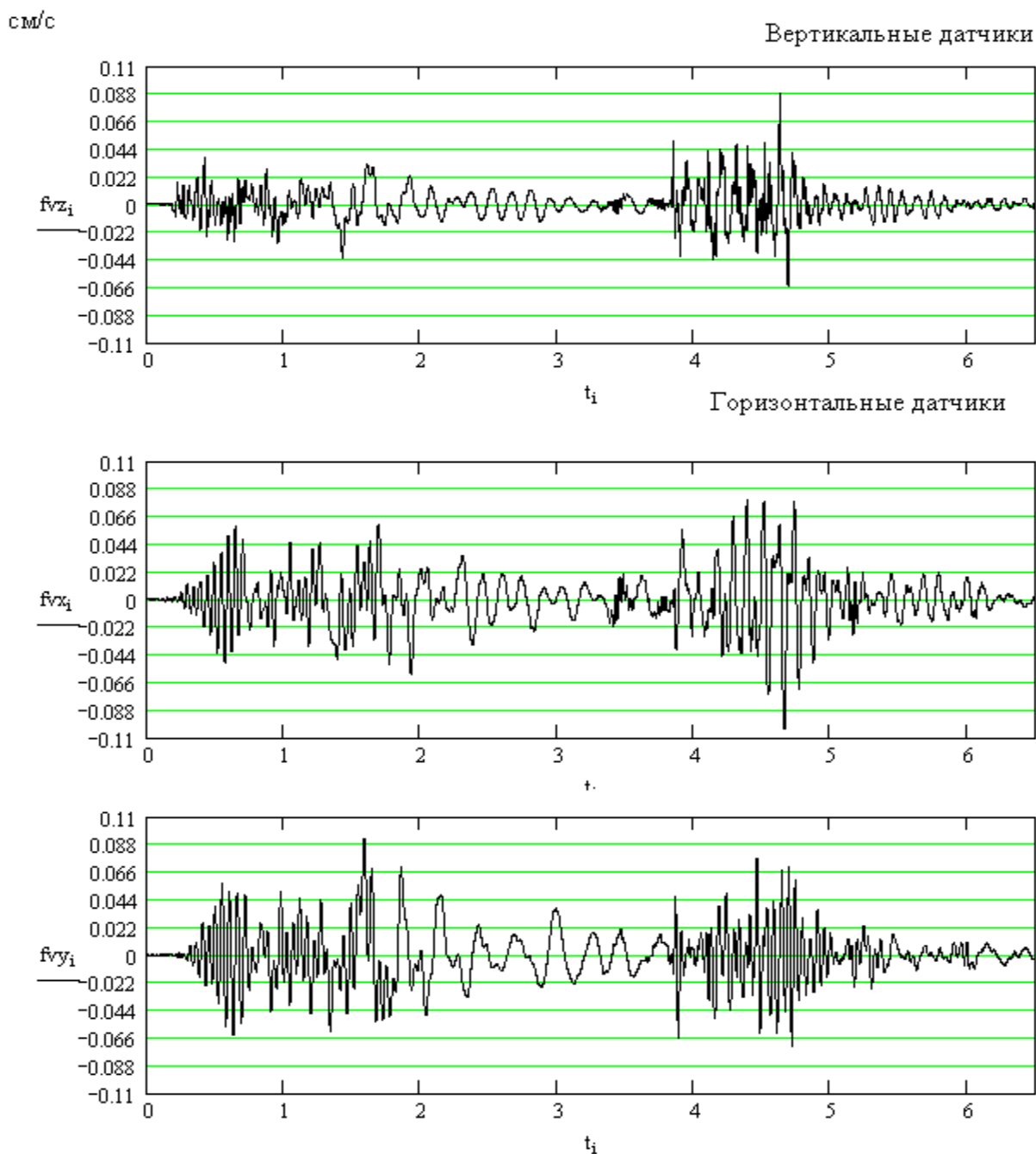


Рисунок 2 – Сейсмограммы скорости сейсмических колебаний поверхности в поселке Малиновка от массового взрыва, проведенного 28.05.2010 г. на ООО «Разрез «Корчаковский»

Для снижения ударной воздушной волны рекомендуется увеличить забойку скважинных зарядов и применять забойку с усиленным эффектом удержания газообразных продуктов детонации в скважине.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ РАЗРАБОТКИ И СХЕМЫ ВЗРЫВНОЙ ОТБОЙКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ БЛОКОВ ПРИ ОТРАБОТКЕ ГЛУБОКИХ ГОРИЗОНТОВ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ШАХТ СИБИРИ

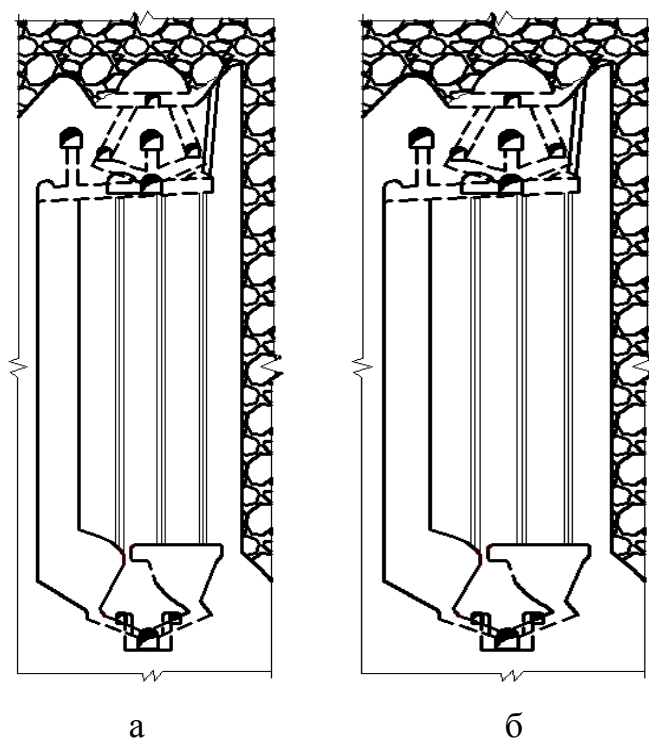
Демьянов И.А.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Волченко Г.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Анализ мирового и отечественного опыта отработки мощных рудных удароопасных месторождений показывает [1], что наиболее отвечающей горно-геологическим условиям на глубоких горизонтах месторождений Горной Шории и Хакасии является система этажного принудительного обрушения, разработанная ИГД СО АН СССР совместно с инженерами Таштагольской и Шерегешской шахт [2]. При данной технологии возможно управление напряженно-деформированным состоянием горного массива без формирования зон с высокими напряжениями в районах ведения очистных работ. Это достигается своевременным обрушением блоков и их отработкой, уменьшением концентрации напряжений за счет изменения поперечного сечения выработок, рациональным порядком очистной выемки и скорости подвигания забоев, режим проведения массовых взрывов и т.д., что позволяет интенсивно вести очистные работы и иметь высокие технико-экономические показатели [1].

Разработка запасов предусматривает разделение рудного тела на этажи высотой 60-80 м, которые делятся на блоки шириной 27 м, причем длина блока равна мощности рудного тела. Руда отбивается непрерывным фронтом по простиранию рудного тела. Основной массив блоков обрушают пучками сближенных скважинных зарядов ВВ диаметром 105мм, расположенных по концентрическим окружностям, по дугам и дугам с опережающими зарядами с рассредоточением в 3-6 рядов по ширине блоков. С увеличением количества рядов пучковых сближенных зарядов при удельном расходе ВВ на отбойку от 540 до 650 г/т значительно снижается выход негабарита с 4 до 1-1,5%. Выход руды с 1 м скважины – 14-18 т. При подготовке этажа к отработке проводятся два полевых откаточных штрека и орты – через 27 м. Из откаточных ортов через 7-10 м проходятся доставочные выработки в шахматном порядке. Выпуск, доставку и погрузку руды ведут вибрационными доставочно-погрузочными установками ВДПУ-4ТМ. Выполнение компенсационных камер осуществляют путем взрывания пучковых параллельно-сближенных зарядов ВВ (рисунок 1). В течение одного года производится более 40 массовых и технологических взрывов с сейсмической энергией, равной $10^7 \div 10^9$ Дж и эквивалентом по ВВ 15÷350 тонн и более. При данной технологии производительность подземного рабочего – 21-24 т/смену. Технология обеспечивает отработку запасов от центра к флангам месторождения без оставления целиков и минимальную изрезанность массива.



а – вертикальный разрез; б – план бурового горизонта
 Рисунок 1 – Расположение пучковых скважинных зарядов ВВ
 в три ряда при нисходящем бурении скважин
 в блоке Таштагольского филиала ОАО «Евразруда»

В связи с понижением горных работ и увеличением горного давления система разработки постоянно совершенствуется, за счет повышения устойчивости ее элементов. Так в результате исследований для Таштагольского рудника рекомендована система этажно-принудительного обрушения со сплошной отбойкой в полузажатой среде на эллипсоидные отрезные камеры, с криволинейным вогнутым забоем, низкой (арочной) подсечкой, с буровым горизонтом, опущенным на 10-12 м ниже верхнего откаточного горизонта. Основные этапы отработки блоков и используемое оборудование на Шерегешевском и Абаканском месторождениях аналогичны используемым на Таштагольском руднике, наиболее испытывающем проблемы горного давления. В перспективе Шерегешский и Абаканский рудники будут вынуждены использовать проверенные на Таштагольском руднике элементы системы разработки, обеспечивающие безопасность работ в удароопасных условиях [1].

Технология ведения взрывных работ при системе этажного принудительного обрушения в условиях повышенных гравитационно-тектонических напряжений также постоянно совершенствуется. По причине потерь взрывных скважин диаметром 105мм, в результате динамических и статических проявлений горного давления в массиве пород в условиях, например, Таштагольской шахты фактические показатели БВР, связанные с величиной заряда ВВ в скважинах (пучках скважин), обычно отличаются от проектных до 30 %. Очистка скважин и их перебуривание – трудоемкий процесс, который не всегда возможно осуществить. Более того, при глубине бурения пучков скважин диаметром 105мм более 20-25м, получают

значительные отклонения их от заданного направления. Указанные причины приводят к неуправляемости массовых взрывов.

В настоящее время применение технологии крупномасштабной взрывной отбойки технологических блоков с комплексным использованием вертикальных концентрированных и пучковых зарядов ВВ получила широкое распространение на железорудных шахтах Таштагольского, Абаканского и Горно – Шорского филиалов ОАО «Евразруда» [3]. Данная технология включает применение вертикальных концентрированных зарядов (ВКЗ) и пучковых зарядов ВВ для взрывного разрушения технологических блоков. Пучковые заряды несут вспомогательную функцию, инициируются первыми степенями замедления в общей схеме короткозамедленного взрывания и этим обеспечивают оконтуривание массива вокруг ВКЗ. ВКЗ формируют в восстающих выработках малого диаметра (800-1200мм) и взрывают последними степенями замедления, на которые приходится основной объем разрушаемого массива. Широкомасштабное промышленное использование подтвердило эффективность данной технологии, при которой проблема потерь взрывных полостей сведена к минимуму. Однако при применении минных зарядов ВВ (ВКЗ) качество дробления не всегда удовлетворительное, за счет формирования нерегулируемых зон дробления в разрушаемом массиве горных пород.

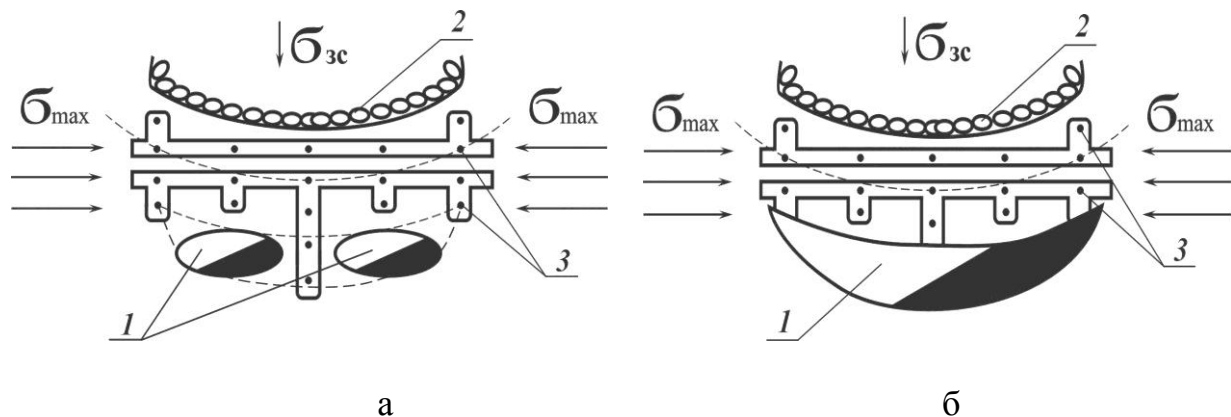
Неудовлетворительное дробление руды, за счет потерь и отклонения взрывных скважин, формирования нерегулируемых зон дробления и большие разрушительные последствия после массовых взрывов диктуют необходимость дальнейшего изучения механизма взрывного разрушения напряженных сред и совершенствование способов взрывной отбойки.

При разработке месторождений в условиях повышенного горного давления наиболее актуальны проблемы эффективного разрушения прочных пород, предотвращение разрушения массива вокруг подземных сооружений и поддержание последних, предотвращение динамических проявлений горного давления и др. Общим элементом указанных проблем является процесс разрушения, а отличительными чертами – его предотвращение или направленный перевод в устойчивый контролируемый режим в одних случаях, и инициирование разрушения и управление им в других.

Установленные ранее закономерности позволили обоснованно подойти к разработке способа отбойки технологического блока [4] с комплексным использованием энергии гравитационно-тектонических напряжений и техногенных напряжений, возникающих при воздействии материала зажимающей среды (рисунок 2 а, б).

Сущность разработанного технического решения заключается в следующем. Подготавливаемый к массовому взрыву блок формируют наиболее устойчивой формы (рисунок 2 а), которая обуславливается криволинейным (вогнутым) очистным забоем 2, позволяющий исключить скалывание призабойного массива со стороны обрушенных пород и потери взрывных скважин в ближайшем ряду. Параметры вогнутого забоя определяют по известным методикам [5]. Далее образуют эллипсоидные отрезные щели 1 с оптимальным соотношением осей 1:1,6 и ориентированных длинной осью

вкрест простирания рудного тела по направлению действия максимальных сжимающих напряжений σ_{\max} , что позволит повысить их устойчивость и исключить динамическое разрушение рудных бортов [1,5].



а – устойчивая форма блока до массового взрыва; б – блок дугообразной формы после разделки компенсационных полостей зарядами ВВ первых ступеней замедления; 1 – компенсационная полость; 2 – зажимающая среда; 3 – заряды ВВ; σ_{\max} – максимальные сжимающие напряжения; σ_{zc} – напряжения вызванные действием материала зажимающей среды

Рисунок 2 – Принципиальная схема формирования блока по дуге в процессе короткозамедленного взрывания [4]

В данной работе предлагается применение для бурения взрывных скважин бурового станка СБШ – 6, который расширяет пробуренную пилотную скважину диаметром 100 мм до 250 мм, что повышает качество ведения буровзрывных работ в условиях высокого горного давления. Увеличенные взрывные полости снижают потери скважин, вызванных деформационными процессами в разбуриваемом массиве горных пород и ликвидируют зоны нерегулируемого дробления, за счет равномерного насыщения разрушаемого массива зарядами ВВ. Диаметр скважин позволяет использовать простейшие ВВ. Методика проектирования параметров БВР изложена в работе [6]. Первыми ступенями замедления взрывают заряды 3 на эллипсоидные отрезные щели 1 и формируют смежную границу блока, соответствующую форме вогнутого забоя с ориентацией выпуклости в сторону компенсационной камеры 1 (рисунок 2 б). Окончательное разрушение сформированного по дуге массива блока осуществляют с замедлением взрывами остальных зарядов ВВ 3 по принятой схеме КЗВ. Очевидно, что под комплексным действием σ_{\max} и σ_{zc} в дугообразном массиве, со стороны выпуклости формируются обширные зоны растягивающих напряжений, которые существенно снижают энергоемкость взрывного разрушения данных участков.

Ожидаемая экономическая эффективность по предлагаемой технологии складывается из снижения затрат на бурение взрывных скважин, расхода ВВ и средств взрывания.

Библиографический список

1. Матвеев И.Ф. Управление удароопасностью горного массива

изменением параметров взрывной отбойки при разработке железорудных месторождений Сибири [Текст]: Дисс. докт. техн. наук / И.Ф. Матвеев. – Новокузнецк. СибГИУ: 2004. – 324с.

2. Дубынин Н. Г. Результаты внедрения новой технологии добычи руды на рудниках кузнецкого металлургического комбината [Текст] / Н. Г. Дубынин [и др.] // Горный журнал. – М.: Недра, 1974. – № 8. – С. 32-34

3. Викторов С.Д. Технология крупномасштабной взрывной отбойки на удароопасных рудных месторождениях Сибири [Текст] / С.Д. Викторов, А.А. Еременко, В.М. Закалинский, И.В. Машуков – Новосибирск: Наука, 2005. – 212с.

4. А.с. 1540434 СССР. МКИ¹ Е 21 С 41/06. Способ выемки целиков [Текст] / Г. Н. Волченко, ВостНИГРИ. - №4428931; заявл. 23. 05. 1988, опубл. 22.10.89. – 3с.: илл.

5. Курленя М.В. Технологические проблемы разработки железорудных месторождений Сибири [Текст] / М.В. Курленя, А.А. Еременко, Л.М. Цинкер, Б.В. Шрепп. – Новосибирск: Наука, 2002. – 240 с.

6. Волченко Г.Н. Энергоресурсосберегающие технологии взрывной отбойки напряженных пород на рудниках. Моногр. [Текст] / Г.Н. Волченко. Сиб. гос. инд.ун. – Новокузнецк: СибГИУ, 2010. – 238с.

IV. СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА И ПРОМЫШЛЕННЫЕ УСТАНОВКИ

УДК 681.3.06(075.8)

СИНТЕЗ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО КОРРЕКТИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА САУ В MATLAB

Поползин И.Ю.

Научный руководитель: Богдановская Т.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

При решении различных задач теории автоматического управления довольно часто возникает необходимость корректировки. Параллельная коррекция реализуется за счет подключения к какому-либо элементу схемы корректирующего устройства (КУ) в качестве обратной связи.

Нахождение передаточной функции (ПФ) КУ традиционно осуществляется с помощью логарифмических амплитудно-частотных характеристик (ЛАХ), вручную или с помощью различных средств автоматизации вычислений. Заслуживает внимания способ решения данной задачи, изложенный в работе [1], в которой сформулирован подход к расчету звеньев параллельной коррекции в системе MATLAB при помощи нормированных полиномов и масштабной модели желаемой замкнутой системы. Однако изложенный подход имеет некоторые недостатки – в частности, предлагается, по сути, последовательно подбирать передаточную функцию корректирующего звена. Авторы работы [1] утверждают, что при использовании анализируемого метода может потребоваться обеспечение физической реализации ПФ КУ за счет ее усложнения. Кроме того, метод недостаточно нагляден.

Автор задался целью составить более простой и надежный алгоритм расчета звена параллельной коррекции с помощью среды MATLAB.

Прежде всего, необходимо найти передаточную функцию исходной разомкнутой системы. Далее по справочникам или иными методами определяются частота среза и частоты сопряжения желаемой ЛАХ.

По частотам сопряжения находятся постоянные времени желаемой системы:

$$T'_1 = \frac{1}{\omega_{\text{сopf}}}; T'_2 = \frac{1}{\omega_{\text{сопф2}}}; \dots; T'_n = \frac{1}{\omega_{\text{сопfn}}}$$

В таком случае ПФ желаемой системы можно представить в виде аperiodического звена n-го порядка:

$$W_{\text{ж}}(p) = \frac{k}{(T'_1 p + 1)(T'_2 p + 1) \dots (T'_n p + 1)},$$

где k – коэффициент передачи исходной разомкнутой системы.

Теперь можно ввести ПФ желаемой системы в MATLAB в качестве tf или zpk объекта. Далее следует ввести в среду MATLAB известные ПФ звеньев нескорректированной САУ и ПФ разомкнутой САУ. Затем необходимо выразить ПФ КУ из структурной схемы САУ через известные ПФ звеньев. Данное выражение следует ввести в командную строку MATLAB. Система рассчитает и выведет на экран ПФ КУ. В случае необходимости возможно построить ЛАХ КУ, желаемую ЛАХ, ЛАХ нескорректированной системы ЛАХ других звеньев с помощью команды bode().

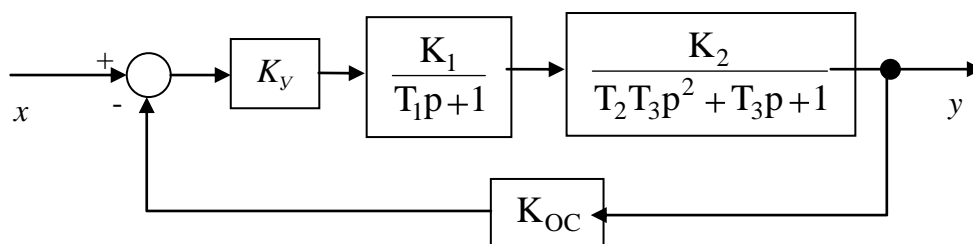
Таким образом, алгоритм автоматического нахождения ЛАХ, ПФ и реализации КУ выглядит так:

1. Находится передаточная функция исходной разомкнутой системы
2. Определяются частота среза и частоты сопряжения $\omega_{\text{сопр1}}, \omega_{\text{сопр2}}, \dots, \omega_{\text{сопрn}}$ желаемой ЛАХ;
3. ПФ желаемой системы представляется в виде аperiodического звена n-го порядка (см. выше);
4. ПФ исходной и желаемой системы заносятся в систему MATLAB как tf- или zpk-объекты;
5. Из структурной схемы через ПФ известных звеньев САУ выражается ПФ КУ;
6. В случае необходимости строятся ЛАХ;
7. По виду ЛАХ или ПФ КУ находится схемное решение КУ.

Предложенный алгоритм достаточно прост в реализации, и в то же время надежен – не требуется перебор возможных вариантов КУ, так как явно определяется требуемая ПФ КУ. Кроме того, наглядность данного способа также высока.

Таким образом, автором предложен простой и надежный способ решения задачи параллельной коррекции с помощью среды MATLAB.

ПРИМЕР: нахождение корректирующего устройства для замкнутой системы, имеющей структуру вида:



Значение коэффициента обратной связи:

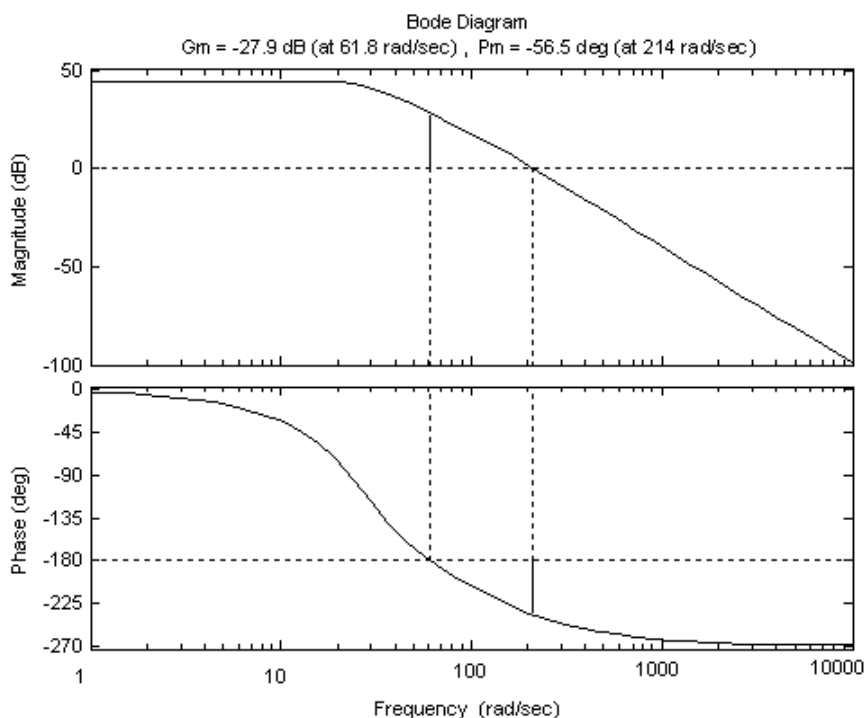
$$K_{oc} = 0.0532;$$

ПФ разомкнутой системы:

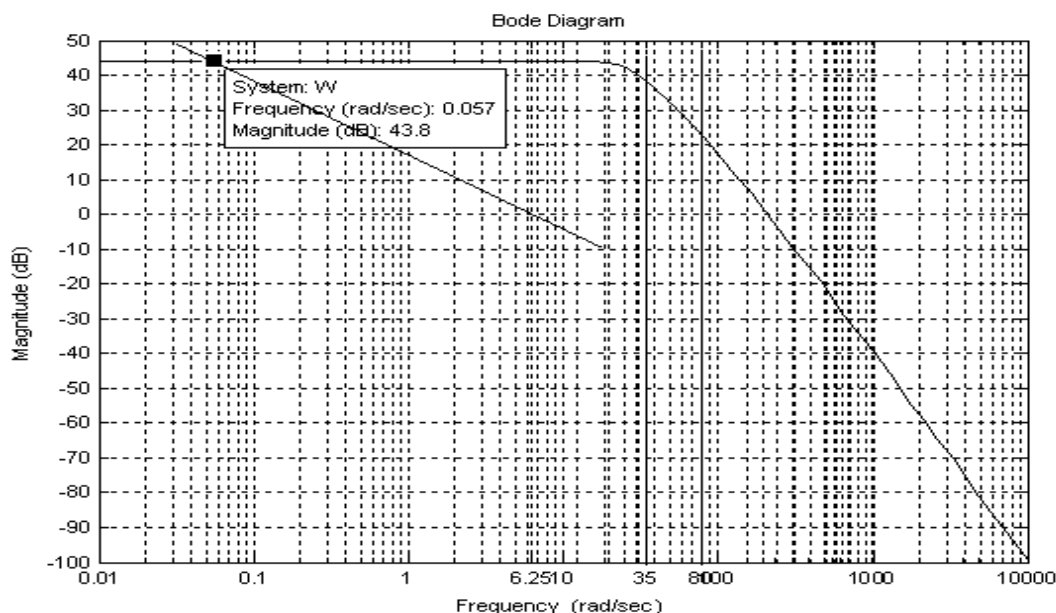
$$W_{\text{РАЗ}}(p) = \frac{K_1 \cdot K \cdot K_2 \cdot K_{oc}}{(Tp + 1)(T_1 T_2 p^2 + T_2 p + 1)} = \frac{155.333}{0.0000144p^3 + 0.00189p^2 + 0.055p + 1},$$

Требуется выполнить параллельную коррекцию данной системы, не изменяя K_{oc} , K_y , K_1 , K_2 . При этом требуется обеспечить следующие показатели качества переходного процесса $y(t)$ при подаче на вход системы единичного ступенчатого сигнала: перерегулирование – 2.5%, время переходного процесса

– 0.7 с. Оценим устойчивость системы с помощью диаграммы Бode:



Видно, что система с данными параметрами неустойчива и нуждается в коррекции. Из справочника по данным показателям качества найдем, что частота среза желаемой ЛАХ составит 6.25 рад/с. Через точку (6.25 рад/с; 0дБ) проведем прямую с наклоном -20 дБ/дек до пересечения с ЛАХ нескорректированной системы. Найдем частоту, соответствующую точке пересечения – частоту первого излома желаемой ЛАХ.



Таким образом, $T_1' = \frac{1}{0.057} = 17.544\text{с}$ (см. рисунок выше)

Наклон высокочастотного участка Лисх равен -60 дБ/дек. Соответственно, для сопряжения наклонов желаемая ЛАХ должна иметь еще два излома. Частоты этих изломов найдем следующим образом: переведем исходный объект в zpk-форму:

```
>> zpk(W)
Zero/pole/gain:
10787013.8889
```

 $(s+100)(s^2 + 31.25s + 694.4)$.

Звено второго порядка можно представить в общем виде:

$$p^2 + 31.25p + 694.4 = p^2 + \frac{2\xi}{T} p + \frac{1}{T^2} = \frac{1}{T^2},$$

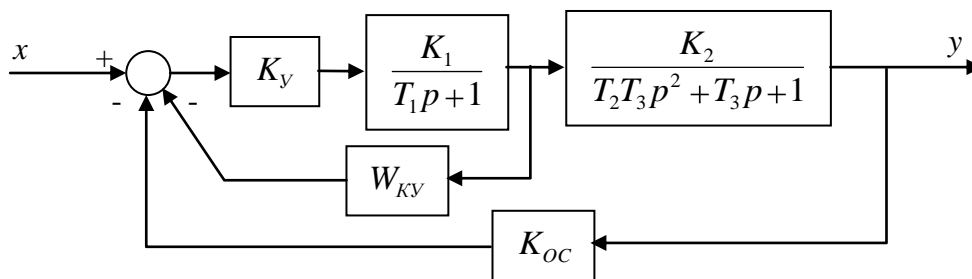
Постоянные времени, соответствующие частотам сопряжения желаемой ЛАХ: $T_2' = 0.01$ с, $T_3' = 0.038$ с.

Зададим ПФ желаемой системы:

$$W_{ж} = \frac{155.333}{(17.544p+1)(0.032p+1)(0.01p+1)} = \frac{155.333}{0.0056p^3 + 0.737p^2 + 17.586p + 1}$$

```
>> Wj=tf([0 0 0 155.333],[0.0056 0.737 17.586 1])
```

Корректирующей ОС целесообразно охватить пропорциональное и инерционное звенья в прямом канале управления. Таким образом, скорректированная схема будет выглядеть следующим образом:



Передаточная функция звеньев, охваченных корректирующей ОС:

$$W_{OXB}(p) = K_y \cdot \frac{K_1}{T_1 p + 1}$$

Общая передаточная функция звеньев, охваченных корректирующей ОС, и корректирующего звена:

$$W_{OB} = \frac{W_{OXB}}{1 + W_{OXB} \cdot W_{KV}}$$

Передаточная функция звеньев, не охваченных корректирующей ОС:

$$W_{HEOXB} = W_D(p) = \frac{K_2}{T_2 T_3 p^2 + T_3 p + 1}$$

ПФ скорректированной системы при параллельной коррекции:

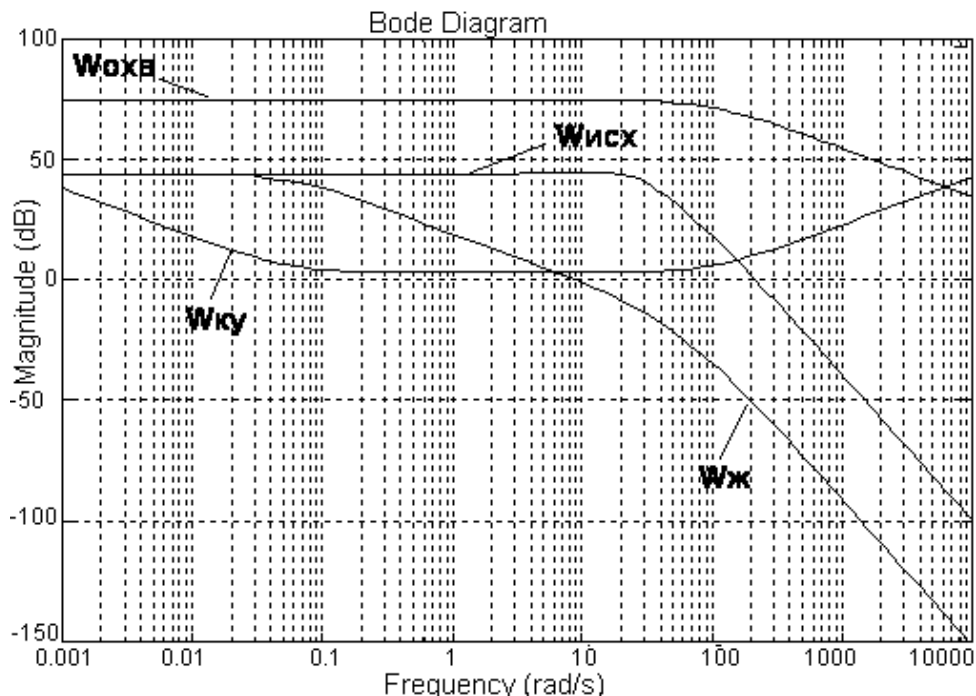
$$W_{СК} = \frac{W_{OB} \cdot W_{HEOXB}}{1 + W_{OB} \cdot W_{HEOXB} \cdot K_{ДС}}$$

Выражаем Wку из

$$W_{СК} = \frac{W_{OB} \cdot W_{HEOXB}}{1 + W_{OB} \cdot W_{HEOXB} \cdot K_{ДС}} \text{ и}$$

$$W_{OB} = \frac{W_{OXB}}{1 + W_{OXB} \cdot W_{KY}}$$

Все вышеперечисленные параметры известны, однако в данной статье не приводятся в целях краткости изложения. Введя все эти параметры в систему MATLAB и следуя изложенному алгоритму, получим следующий результат:



По виду ЛАХ КУ из различного рода справочников, а также из специальных программных пакетов можно построить и схемную реализацию КУ.

Библиографический список

1. «Синтез параллельной коррекции по требованиям качества переходного процесса» [Электронный ресурс] / М.А. Крупская, М.К. Хаджинов – Минск: Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, 2003.

УДК681.326

ДВУХКАНАЛЬНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ С КОМПЕНСАЦИЕЙ ВОЗДЕЙСТВИЯ НАГРУЗКИ

Романов А.Р.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Кунины П.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Контур скорости двигателя, синтезированный по модульному оптимуму, имеет статическую характеристику по нагрузке, причем статизм системы однозначно определяется параметрами объекта управления и не может быть

изменен средствами подчиненного управления контурами. Уменьшение статизма достигается применением пропорционально-интегрального (ПИ) регулятора, теряя при этом в быстродействии и имеем большой динамический провал скорости с медленным затуханием переходных процессов.

Уменьшить статизм системы с пропорциональным регулятором скорости и сохранить ее быстродействие можно введением компенсирующей обратной связи по току нагрузки, обеспечивая тем самым, согласно [1], упреждающее управление, которое обеспечит меньшее перерегулирование тока при приложении нагрузки и более высокое быстродействие по сравнению с системой с ПИ регулятором скорости (рисунок 1). Предполагается что ток нагрузки измеряется датчиком статического тока с коэффициентом преобразования $K_{ДТН}$. На рисунке 1 канал упреждения показан пунктиром.

На рисунке 1 также приведено звено W_{KE} , формирующее сигнал, компенсирующий влияние противоЭДС электродвигателя на переходные процессы и устраняющее перекрестную связь в контуре тока, связанную с ЭДС якорной обмотки электродвигателя. Это позволило использовать единую структуру системы, независимо от соотношения электрохимической T_M и электромагнитной T_α постоянных времени, поскольку будет устранена причина, вызвавшая это явление.

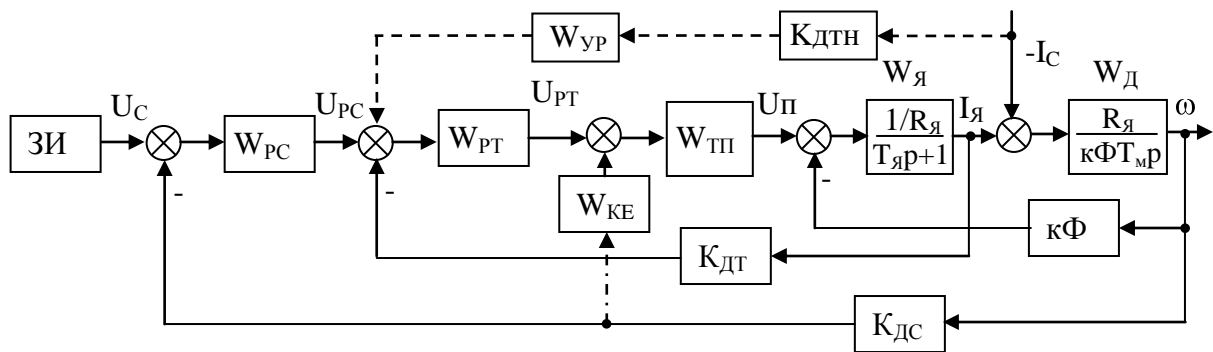


Рисунок 1 – Структурная схема статической системы с упреждающим управлением и измеряемой нагрузкой

На рисунке 1 обозначено: $K_{ДТ}$, $K_{ДС}$ – коэффициенты преобразования датчиков тока и скорости; R_α – сопротивление якорной цепи; K_Π , T_Π , U_Π – коэффициент преобразования, постоянная времени и выходное напряжение преобразователя энергии; $кФ = (U_\Pi - R_\alpha I_\alpha) / \omega_H$ – величина, пропорциональная потоку Φ ; ω_H – номинальная скорость; U_{PT} , U_{PC} , U_C – соответственно выходное напряжение регулятора тока, регулятора скорости и задатчика интенсивности ЗИ; $W_{УР}$ – упреждающий регулятор.

Синтез системы управления начнем с определения передаточной функции W_{KE} . С этой целью на основании рисунка 1 потребуем, чтобы выполнялось условие $\omega K_{ДС} W_{KE} W_{ТП} = \omega кФ$, из которого имеем

$$W_{KE} = \frac{кФ}{K_{ДС} W_{ТП}} \quad (1)$$

Подставив выражение для W_{KE} из (1) в структурную схему на рисунке 1

определим следующую функциональную зависимость между переменными $I_{\text{я}}(p)$ и $U_{\text{РТ}}(p)$:

$$I_{\text{я}}(p) = \left[W_{\text{ТП}} U_{\text{РТ}}(p) + \frac{K_{\text{ДС}} k_{\Phi} W_{\text{ТП}}}{K_{\text{ДС}} W_{\text{ТП}}} \omega(p) - k_{\Phi} \omega(p) \right] W_{\text{Я}} \quad (2)$$

Последние два выражения в квадратных скобках равны между собой и имеют противоположные знаки, так что соотношение (2) принимает вид:

$$I_{\text{я}}(p) = W_{\text{ТП}} W_{\text{Я}} U_{\text{РТ}}(p). \quad (3)$$

Замещая часть структурной схемы между координатами $U_{\text{РТ}}$ и $I_{\text{я}}$ функциональной зависимостью из (2) структурную схему на рисунке 1 приведем к виду, в котором отсутствуют перекрестные связи в области, охваченной упреждающей обратной связью со звеном $W_{\text{УР}}$. Полученная структурная схема приведена на рисунке 2.

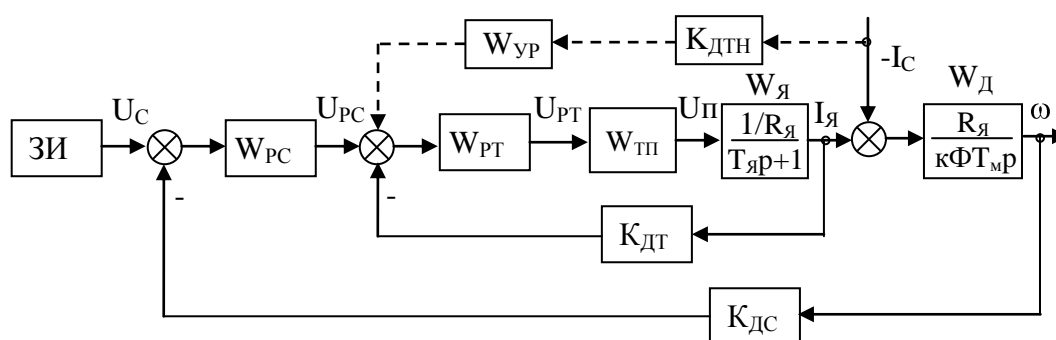


Рисунок 2 – Структурная схема статической системы с упреждающим регулятором и компенсирующей обратной связью по ЭДС

С целью дальнейшего упрощения структурной схемы свернем контур тока якоря двигателя в одно эквивалентное звено

$$W_{\text{Т}} = K_{\text{Т}} M(p) / N(p), \quad (4)$$

в котором выделим коэффициент усиления $K_{\text{Т}}$. Структурная схема системы при этом примет вид, изображенный на рисунке 3.

Система с пропорциональным регулятором скорости будет обладать астатическими свойствами, если изменение тока нагрузки $I_{\text{С}}$ не вызовет изменения установившейся скорости ω электродвигателя. Для этого необходимо сформировать сигнал на входе контура тока, который обеспечит приращение тока якоря двигателя, равное току нагрузки с противоположным знаком. Этому условию соответствует равенство единице произведения передаточных функций, входящих в упреждающий контур $K_{\text{ДТН}} W_{\text{УР}} K_{\text{Т}} M(p) / N(p) = 1$, откуда следует

$$W_{\text{УР}} = \frac{N(p)}{K_{\text{ДТН}} K_{\text{Т}} M(p)}. \quad (5)$$

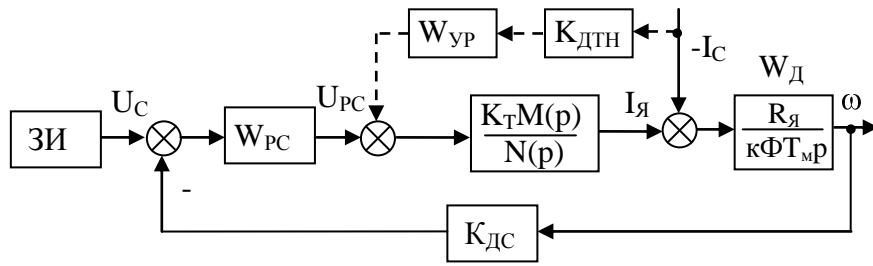


Рисунок 3 – Структурная схема системы со свернутым контуром тока

Следует обратить внимание на тот факт, что в передаточных функциях контуров системах каскадного управления, в том числе и в контуре тока, порядок rm полинома числителя $M(p)$ меньше порядка rn полинома знаменателя. Поэтому для передаточной функции упреждающего регулятора характерно то, что порядок полинома числителя больше порядка полинома знаменателя. Имеет место физически не реализуемый регулятор. Физическую реализуемость регулятора можно обеспечить, если воспользоваться методом медленных и быстрых движений, введя в полином знаменателя большие корни, которые добавляют в системы дополнительные быстро затухающие процессы, слабо влияющие на динамику системы [4]. При этом передаточная функция упреждающего регулятора (5) принимает вид:

$$W_{уп} = \frac{N(p)}{K_{дтн} K_T M(p) (\delta T p + 1)^{rn-rm}}, \quad (6)$$

где T – постоянная времени контура тока, $\delta \leq 1$ – весовой коэффициент. Помимо обеспечения физической реализуемости регулятора, увеличение этого коэффициента обеспечивает ограничение производной тока якоря двигателя.

Синтез упреждающего регулятора (6) выполнен в предположении, что ток нагрузки I_C является измеряемой величиной. Но на практике не всегда возможно непосредственное измерение возмущения, поэтому для оценки его величины использовали наблюдатель, предложенный нами в работе [2]. Структурная схема системы с наблюдателем, упреждающим регулятором и положительной обратной компенсирующей влияние ЭДС связью, построенной на основе структурной схемы, приведенной на рисунке 1, изображена на рисунке 4.

Для наблюдателя на рисунке 4 из работы [2] имеем следующие передаточные функции:

$$I_H = I_C / (\delta T_M p + 1), \quad W_1(p) = \frac{1}{K_{дт} (\delta T_M p + 1)}, \quad \delta \ll 1, \quad W_2(p) = \frac{\kappa \Phi T_M p}{R_\gamma K_{дс} (\delta T_M p + 1)}.$$

Модель статической системы каскадного управления скоростью электродвигателя с компенсацией влияния внутренней обратной связи по ЭДС двигателя, наблюдателем и упреждающим управлением по возмущению нагрузкой, построенная в MatLab Simulink, представлена на рисунке 5.

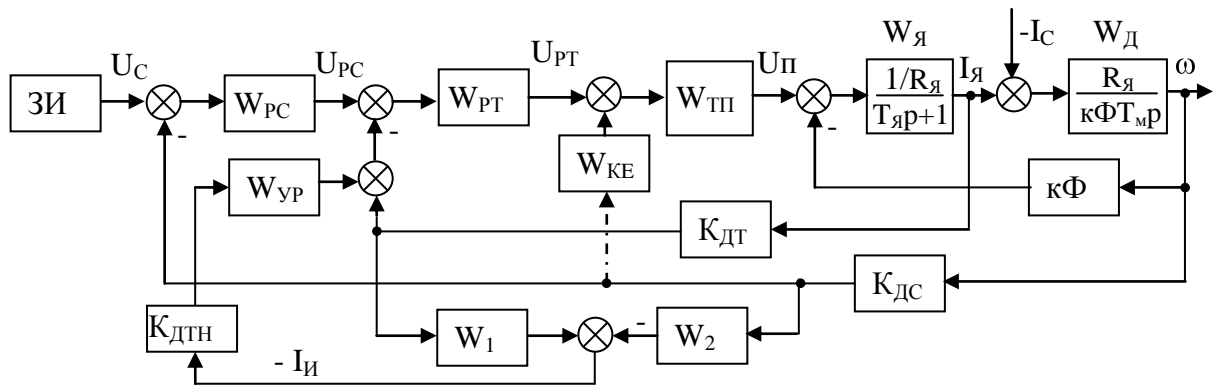


Рисунок 4 – Система с наблюдателем и упреждающим регулятором

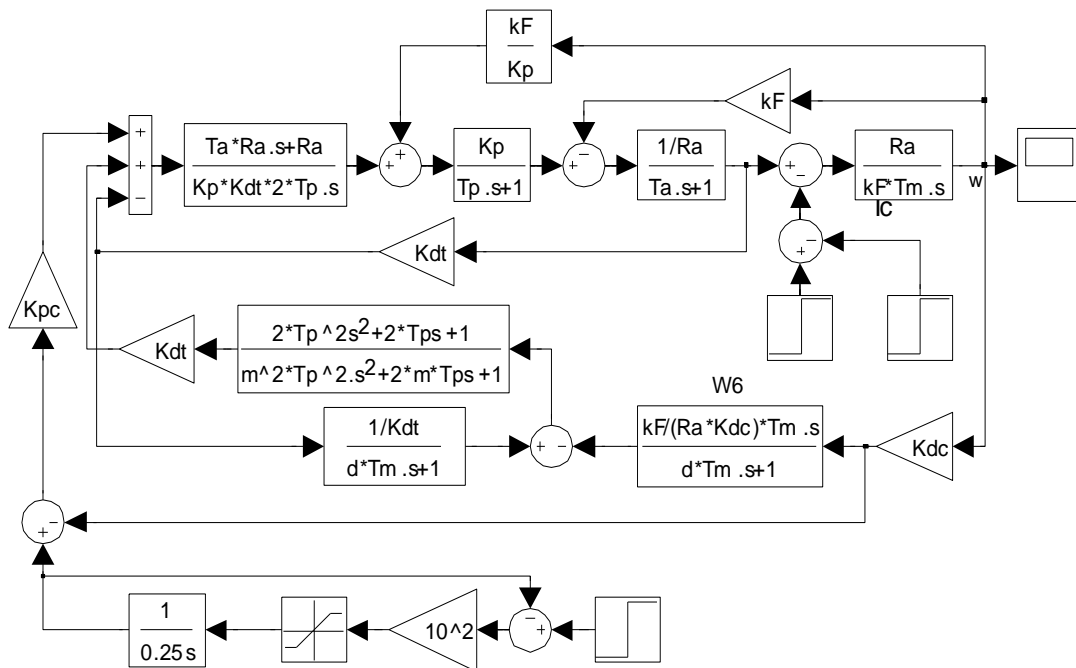


Рисунок 5 – Модель статической системы с наблюдателем и упреждающим управлением, с компенсацией ЭДС электродвигателя

Исследование на модели выполнили для системы управления мощным прокатным электроприводом с двигателем постоянного тока П2-1000-248-14С [1, с.437, табл. 10.44] с номинальными данными: двигатель типа П2-1000-248-14С с номинальными данными: мощность $P_H=10000\text{кВт}$; напряжение якоря $U_H=930\text{В}$; ток якоря $I_H=11450\text{А}$; частота вращения $\omega=6.597\text{ с}^{-1}$; $T_M=0.03\text{с}$; $T_я=0,06\text{с}$; $R_я=0.0048\text{ Ом}$; $k\Phi=132.642\text{ Вс}$; $K_{ДТ}=4.367 \cdot 10^{-4}\text{ В/А}$; $U_{3с}=10\text{В}$; $K_{ДС}=1.516$; $K_{П}=186$; $K_{РС}=6.063$.

На рисунках 6, 7 и 8 показаны разгон и торможение двигателя, приложение $t=1\text{с}$. и снятие $t=1.5$ нагрузки. Рисунок 6 соответствует $m=0.1$. Динамический провал скорости практически отсутствует, но напряжение на двигателе достигает 2200В, что превышает максимальное значение источника 1200В. На рисунке 7 показаны те же процессы, но учтено ограничение напряжения 1200В. На рисунке 8 ограничение напряжения снято, но $m=0.5$.

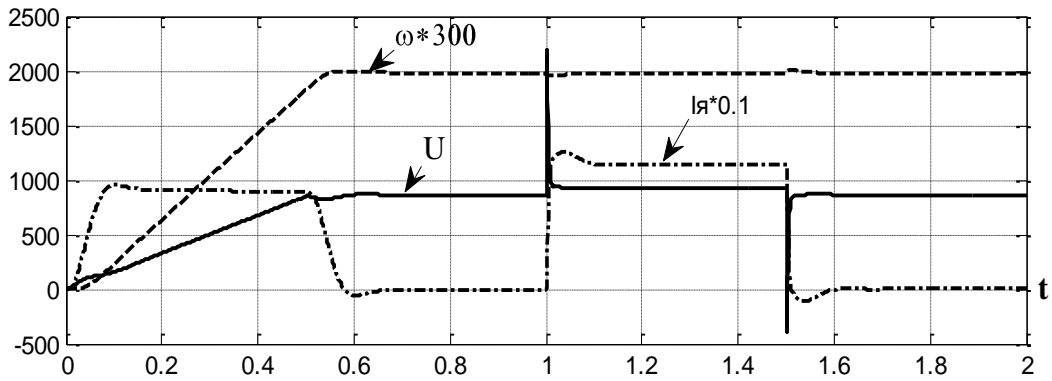


Рисунок 6 – Переходные процессы при $m=0.1$

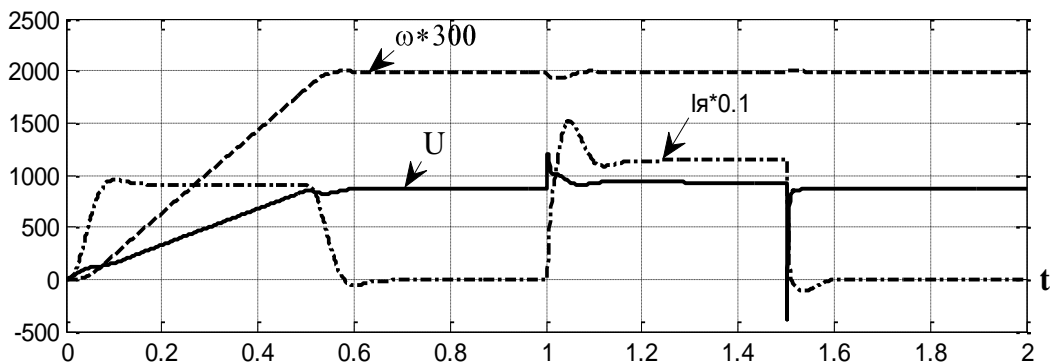


Рисунок 7 – Переходные процессы при $m=0.1$ и ограничении напряжения

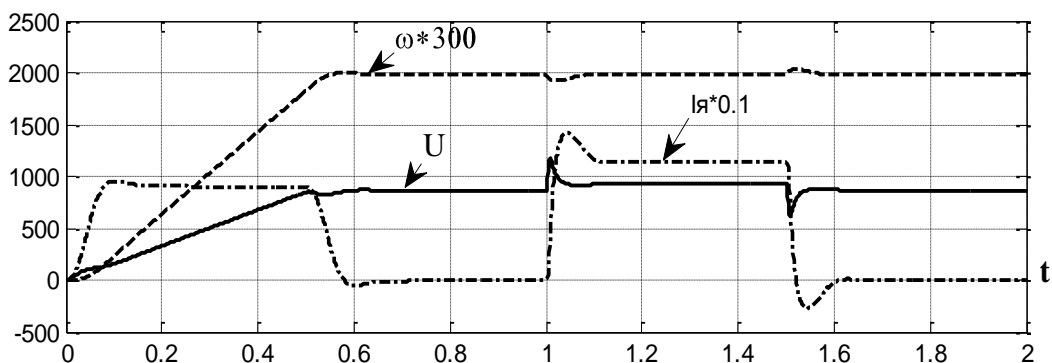


Рисунок 8 – Переходные процессы при $m=0.5$

Библиографический список

1. Олссон Г. Цифровые системы автоматизации и управления [Текст] / Г.Олссон, Д.Пиани.- СПб.: Невский Диалект, 2001. - 557 с.
2. Романов А.Р. Наблюдатель тока нагрузки электродвигателей [Текст] / А.Р. Романов, П.Н. Кунин, в данном сборнике, г. Новокузнецк. 2010.
3. Справочник по электрическим машинам [Текст] В 2-х т. / Под ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. Т.1. – М.: Энергоатомиздат, 1988. -438 с.
4. Кунин П.Н. Синтез алгоритмов регуляторов систем с медленными и быстрыми движениями [Текст] / П.Н. Кунин, Т.В. Богдановская // Системы автоматизации в образовании, науке и производстве: Труды VI Всероссийской научно-производственной конференции – Новокузнецк: СибГИУ, 2007. - с. 407-411.

ОГРАНИЧЕНИЯ В СИСТЕМАХ С УПРАВЛЯЕМОЙ САМООРГАНИЗАЦИЕЙ

Кунина Д.В.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Кунин П.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Синтез регуляторов в системах с управляемой самоорганизацией благодаря относительной простоте построения теории осуществляется на основе вариационного исчисления [1]. Проблема возникает в тех случаях, когда необходимо синтезировать синергетические системы с ограничениями типа неравенств на переменные состояния $x_i \leq x_{i\max}$ и управления $u_i \leq u_{i\max}$ объекта. Чтобы решить проблему учета ограничений оставаясь в рамках классического вариационного исчисления, автор работы [1] предлагает видоизменить объект управления, добавив задержанные обратные связи (отсечки), отдельно для каждой ограничиваемой переменной.

Реализация задержанных обратных связей связана с введением дополнительных элементов в объект управления, обеспечивающих устойчивость и надлежащее качество переходных процессов, точность в установившемся режиме. Видоизмененный объект исключает саму возможность превышения допустимых значений координат, но при этом упускается из вида тот факт, что теперь объект управления стал объектом с переменной структурой, к которому также не применимо классическое вариационное исчисление.

Существенен и то, что предварительно модифицируется объект управления, а затем решается вариационная задача. Но эта задача оптимизирует управление уже другим объектом, отличным от исходного, так что результат, скорее всего, также будет другим. Теоретического обоснования приемлемости предлагаемого варианта и сравнительной оценки результатов оптимизации по эти двум вариантам автор [1] не дает.

Для учета ограничения управлений $u_i \leq u_{i\max}$ предлагается и другой вариант (рисунок 1). Исходный объект управления (ИОУ) со стороны входа дополняется непрерывным дифференцируемым нелинейным звеном с гладкой характеристикой типа насыщения, к входу которого подключается интегратор k_1/p . В качестве гладких непрерывных с насыщением функций предлагаются $u = \arctg(by)$ или $u = Ath(by)$.

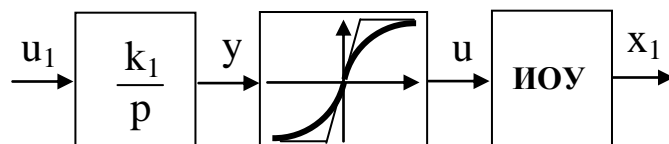


Рисунок 1 – Структурная схема расширенного объекта управления

В этом варианте решена задача ограничения, но оптимизируется

управление измененным объектом без анализа того, для которого из двух объектов значение критерия меньше - для исходного объекта или расширенного. Мало вероятно, что оптимален вариант с расширенным объектом. Дело в том, что после выхода на режим ограничения интегратор длительное время будет наращивать свой выход, когда выход нелинейного звена находится в глубоком насыщении и выход интегратора существенно превысит уровень, определяемый уровнем ограничения. Произойдет так называемое накопление выхода интегратора и большое перерегулирование выходной координаты [2, 3].

На рисунках 2 и 3 приведены осциллограммы переходных процессов в режиме малого отклонения начального значения $x_{10}=1$ (рисунок 2) и режиме большого отклонения $x_{10}=5$ (рисунок 3), позаимствованные из работы [1]. Эти осциллограммы дали основание автору анализируемой работы сделать парадоксальный вывод, что синтезированный закон управления обеспечивает ограничение $u_i \leq u_{i\max}$ при малых и больших начальных отклонениях x_{10} . В то же время не только при малых, но при больших отклонениях x_{10} управление $u_i \leq u_{i\max}$ не достигает своего граничного значения $u_i \leq u_{i\max}$

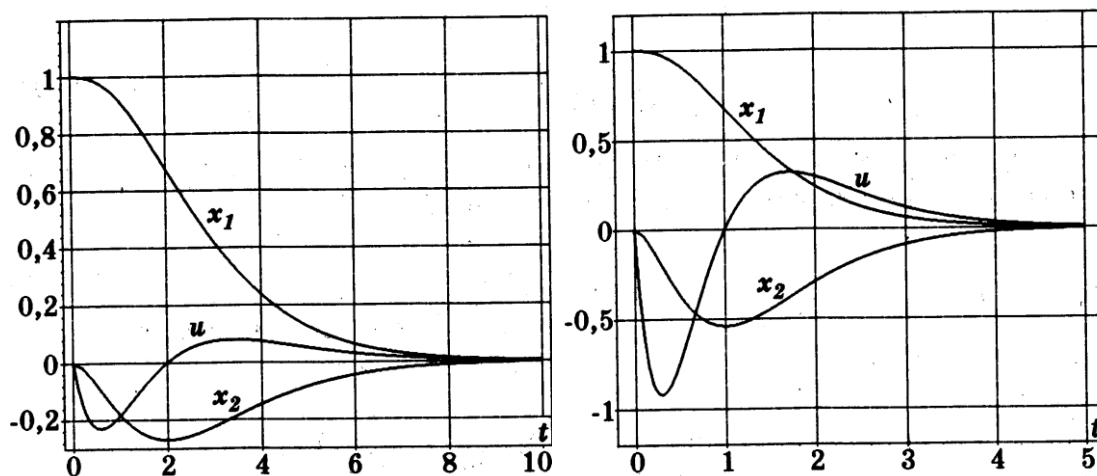


Рисунок 2 – Переходные процессы при $T=0.5$ и $T=1$, $x_{10}=1$

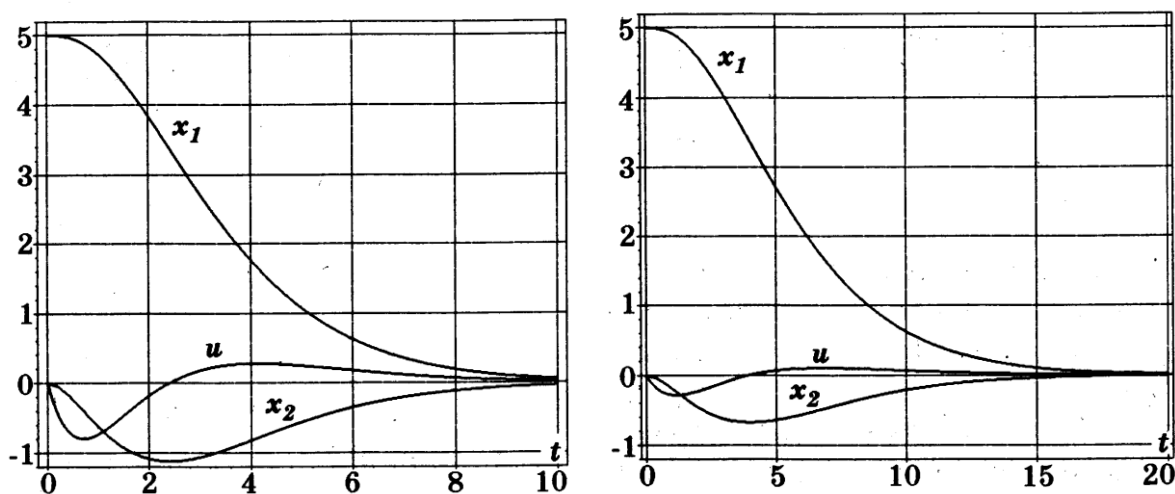


Рисунок 3 – Переходные процессы при $T=1.2$ и $T=2$, $x_{10}=5$

Н.Н. Гернет в работе [4] при решении задачи с обходом препятствия предложила в функционале

$$J = \int_{t_1}^{t_2} F(t, y, \dot{y}) dt, \text{ с ограничением } |y| \geq \varphi(t) \quad (1)$$

выполнить замену переменной $y(t)$ на переменную $z(t)$ согласно следующему соотношению

$$z^2 = y - \varphi(t). \quad (2)$$

В решаемых нами задачах, в которых накладывается противоположное ограничение $y \leq \varphi(t)$, исходя из которого, предварительно выполнив его дифференцирование во времени, и пользуясь приемом, используемым Н.Н. Гернет в работе [4], найдем $2z\dot{z} = \dot{y} - \dot{\varphi}$, откуда имеем $\dot{y} = 2z\dot{z} + \dot{\varphi}$. Функционал (1) в новых переменных принимает вид

$$J = \int_{t_1}^{t_2} F(t, z + \varphi, 2z\dot{z} + \dot{\varphi}) dt \quad (3)$$

На новую переменную z уже не наложено никаких ограничений, поскольку границе области $y = \varphi(t)$ соответствует просто значение $z = 0$ и экстремум функционала можно искать методом для открытой области, причем искомая функция должна удовлетворять уравнению Эйлера

$$F_z - \frac{d}{dt} F_{\dot{z}} = \frac{\partial F}{\partial z} - \frac{d}{dt} \frac{\partial F}{\partial \dot{z}} = 0 \quad (4)$$

В работах [5, 6] без ссылки на первоисточники с целью упрощения решения поставленной задачи предлагается выполнить определенные преобразования, содержащие на наш взгляд серьезную ошибку. Повторим вывод, попутно исправляя ошибку. С этой целью функции, входящие в функционал (4), представим как сложные функции, зависящие соответственно от промежуточных функций y и \dot{y} :

$$\frac{\partial F}{\partial z} = \frac{\partial F}{\partial y} \frac{\partial y}{\partial z} = \frac{\partial F}{\partial y} 2z; \quad \frac{\partial F}{\partial \dot{z}} = \frac{d}{dt} \frac{\partial F}{\partial \dot{y}} \frac{\partial \dot{y}}{\partial \dot{z}} = \frac{d}{dt} \frac{\partial F}{\partial \dot{y}} 2z = \frac{\partial F}{\partial \dot{y}} 2\dot{z} + 2z \frac{d}{dt} \frac{\partial F}{\partial \dot{y}}$$

Подставляя в (4) получим:

$$F_y - \frac{d}{dt} F_{\dot{y}} = 2z \frac{\partial F}{\partial y} - 2\dot{z} \frac{\partial F}{\partial \dot{y}} + 2z \frac{d}{dt} \frac{\partial F}{\partial \dot{y}} = 2z \left(\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dt} \frac{\partial F}{\partial \dot{y}} \right) - 2\dot{z} \frac{\partial F}{\partial \dot{y}} = 0.$$

Полученное соотношение справедливо при условии, если последнее слагаемое тривиальным образом равно нулю. А это возможно только при условии, что $\dot{z} = 0$. Тогда из последнего соотношения окончательно имеем

$$2z \left(\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dt} \frac{\partial F}{\partial \dot{y}} \right) = 0 \quad (5)$$

Из (5) следует, что уравнение Эйлера (4) эквивалентно уравнению (5), которое имеет два решения, первому из которых $z=0$ на основании равенства (2) соответствует граница допустимой области, и решение

$$\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dt} \frac{\partial F}{\partial \dot{y}} = 0,$$

которому соответствует открытая область ограничений. Согласно [5], для того, чтобы решение уравнения Эйлера доставляло минимум функционалу (1) при условии $|y| \geq \varphi(t)$ необходимо, чтобы в открытой области выполнялось уравнение Эйлера, а на участках границы – неравенство Эйлера

$$F_z - \frac{d}{dt} F_{\dot{z}} \geq 0. \quad (6)$$

Таким образом, экстремум функционала (1) при ограничении $|y| \geq \varphi(t)$ может достигаться лишь на экстремальных, составленных из кусков кривых, удовлетворяющих уравнению Эйлера, и кусков границы допустимой области. Однако широкое применение метода ограничивается сложностью проверки условий (4) и (6). Поэтому способ следует применять в простых случаях при отсутствии уравнений связи. Например, при выводе функционального уравнения для синтеза систем с направленной самоорганизацией [1].

Универсальный способ разработан на основании метода, предложенного в работе [7] для оптимизации линейных систем при ограничениях только на управление.

Пусть задан объект управления

$$\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{f}(t, \mathbf{y}, \dot{\mathbf{y}}, \mathbf{u}), \quad (7)$$

где $\mathbf{x}, \dot{\mathbf{x}}$ – векторы переменных состояния и их производных, \mathbf{u} – вектор управлений, задан вектор ограничений управлений и переменных состояния

$$|\mathbf{g}| \leq \mathbf{a}. \quad (8)$$

Требуется определить управление, переводящее систему из начального состояния $\mathbf{x}(t_0) = \mathbf{x}_0$, в конечное $\mathbf{x}(t_1) = \mathbf{x}_1$, удовлетворяющее ограничениям (8) и доставляющее минимум функционалу

$$\mathbf{J} = \int_{t_1}^{t_2} \mathbf{F}(t, \mathbf{y}, \dot{\mathbf{y}}) dt. \quad (9)$$

Чтобы иметь возможность применить для решения задачи методы вариационного исчисления введем вспомогательные управления \mathbf{v} и вспомогательные соотношения

$$\varphi = \varphi(\mathbf{u}, \mathbf{v}) = 0. \quad (10)$$

Вспомогательные зависимости (10) выберем таким образом, чтобы обеспечить переход от замкнутой области ограничений переменных \mathbf{u} к открытой области переменных \mathbf{u}, \mathbf{v} . Согласно [7] такой переход обеспечивается при

$$\varphi = u^2 + v^2 - a^2 = 0. \quad (11)$$

Таким образом, имеем задачу на условный экстремум [6]. Составим вспомогательный функционал

$$J = \int_{t_1}^{t_2} [F(t, y, \dot{y}) + \lambda(\dot{x} - f(t, y, \dot{y}, u)) + \mu(u^2 + v^2 - a^2)] dt,$$

запишем уравнение связи (7) и уравнения Эйлера:

$$\frac{\partial F}{\partial y} - \frac{d}{dt} F_{\dot{y}} = 0, \quad \frac{\partial F}{\partial u} - \frac{d}{dt} F_{\dot{u}} = 0, \quad 2\mu v = 0. \quad (12)$$

Последнее уравнение имеет решения:

1. $\mu=0, v \neq 0$;
2. $\mu \neq 0, v=0$;
3. $\mu=0, v=0$.

Для решения 1 имеем $\mu=0, v \neq 0$ и из уравнения (11) следует, что $|u| < a$. Подставляя значение $\mu=0$ и решая полученные уравнения, найдем функции для переменных x, λ и u .

Для решения 2 имеем $\mu \neq 0, v=0$ и из уравнения (11) следует, что $u = \pm a$ принимает граничные значения.

Для решения 3 имеем $\mu=0, v=0$ и из уравнения следует, что для этого случая, как и для предыдущего имеем $u = \pm a$.

Таким образом, окончательно имеем:

1. В первом случае управление принадлежит открытой области и определяется через координаты состояния.

2. Во втором и третьем случаях управление принимает граничные значения $u = \pm a$.

Выводы: 1. Выполнен анализ литературных источников и установлено, что проблема учета ограничений управлений и переменных состояния в теории систем с направленной самоорганизацией, построенной на базе вариационного исчисления, остается не решенной.

2. Выполнен анализ существующих методов учета ограничений в линейных и нелинейных системах автоматического управления и создан универсальный метод, обеспечивающий учет ограничений в системах с направленной самоорганизацией, как управлений, так и переменных состояния.

Библиографический список

1. Колесников А.А. Синергетические методы управления сложными системами: Теория системного анализа [Текст] / А.А. Колесникова. М.: КомКнига, 2006. – 240 с.

2. Гудвин Г.К. Проектирование систем управления [Текст] / Г.К. Гудвин, С.Ф. Гребен, М.Э. Сальгадо. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004. – 911 с.

3. Олсон Г. Цифровые системы автоматизации / Г. Олсон, Д. Пиано. – СПб.: Невский Диалект, 2001. – 557 с.

4. Гернет Н.Н. Об основной простейшей задаче вариационного исчисления [Текст] / Н.Н. Гернет. С.-Петербург, 1913. с.

5. Воробьев Л.М. Нелинейные преобразования в прикладных вариационных задачах [Текст] / Л.М. Воробьев, Т.М. Воробьева. – М.: Энергия, 1972. с 208.

6. Абдуллаев Н.Д. Теория и методы проектирования оптимальных регуляторов [Текст] / Н.Д. Абдуллаев, Ю.П. Петров. - Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. Отд-ние. 1085. – 240 с.

7. Иванов В.А. Теория оптимальных систем автоматического управления [Текст] / В.А. Иванов, Н.В. Фалдин. М.: Наука. Главная редакция физико-математической литературы, 1981. – 336 с.

УДК 681.326

НАБЛЮДАТЕЛЬ ТОКА НАГРУЗКИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ

Романов А.Р.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Кунинин П.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Синтез систем каскадного управления электроприводом осуществляется по управляющему воздействию, причем реакция системы на возмущение нагрузкой существенно зависит от параметров объекта управления. Так для электродвигателей большой мощности при пропорциональном регуляторе скорости статизм системы может превышать 30%. Применение системы с пропорционально-интегральным (ПИ) регулятором уменьшает быстродействие системы управления более чем в два раза, что приводит к большому перерегулированию тока якоря электродвигателя свыше 50% при отработке скачкообразного возмущающего воздействия по нагрузке.

Уменьшить статизм системы с пропорциональным регулятором скорости, сохранить ее быстродействие и уменьшить перерегулирование тока при приложении нагрузки можно введением компенсирующей обратной связи по току нагрузки, обеспечивая тем самым, согласно [1], упреждающее управление, которое обеспечивает отработку нагрузки с существенно меньшим перерегулированием тока электродвигателя, чем система с ПИ регулятором.

Отсутствие простых, достаточно точных и надежных датчиков для измерения тока нагрузки переводит задачу в разряд трудноразрешимых. В связи с этим, в данной работе для решения указанной проблемы предлагается простой наблюдатель, построенный на основе легко измеряемых и уже применяемых в системе для формирования обратных связей сигналы по току и скорости электродвигателя. Структурная схема наблюдателя для оценки тока нагрузки электродвигателя постоянного тока, приведена на рисунке 1.

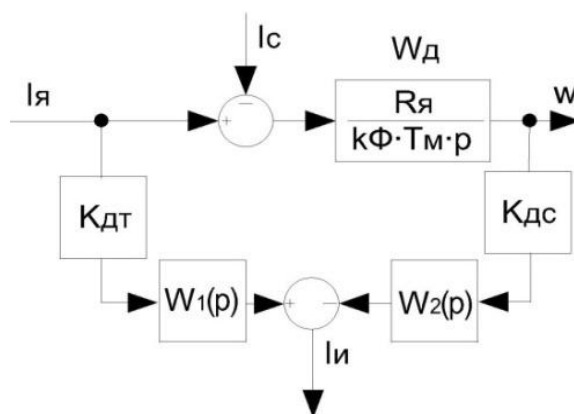


Рисунок 1 – Структурная схема наблюдателя тока нагрузки

На рисунке 1 приняты следующие обозначения: ω – скорость вращения вала электродвигателя; $I_я$, $I_с$ – соответственно полный и ток нагрузки электродвигателя; $I_и$ – оценка тока нагрузки наблюдателем; $W_д$ - передаточная функция механической части электродвигателя; W_1 , W_2 – подлежащие определению динамические звенья наблюдателя; $R_я$ – сопротивление якорной цепи электродвигателя; $K_{дт}$, $K_{дс}$ – коэффициенты преобразования датчиков тока и скорости;

$$k\Phi = (U_я - R_я I_я) / \omega_H, \text{ где} \quad (1)$$

$U_я$, ω_H - напряжение на якоре и номинальная скорость вращения вала.

Для определения передаточных функций звеньев W_1 , W_2 наблюдателя, по структурной схеме на рисунке 1 запишем операторное уравнение, связывающее оценку $I_и(p)$ возмущающего воздействия с его действительным значением $I_с(p)$:

$$I_и(p) = I_я(p) \cdot K_{дт} \cdot W_1(p) - [I_я(p) - I_с(p)] \cdot W_д(p) \cdot K_{дс} \cdot W_2(p) = I_я(p) \cdot [K_{дт} \cdot W_1(p) - W_д(p) \cdot K_{дс} \cdot W_2(p)] + I_с(p) \cdot W_д(p) \cdot K_{дс} \cdot W_2(p); \quad (2)$$

Оцениваемое значение $I_и(p)$ не должно зависеть от полного тока якоря электродвигателя $I_я(p)$. Для выполнения этого условия потребуем, чтобы выражение в квадратных скобках было равно нулю:

$$K_{дт} \cdot W_1(p) - W_д(p) \cdot K_{дс} \cdot W_2(p) = 0, \quad (3)$$

тогда соотношение (2) примет вид:

$$I_и(p) = I_с(p) \cdot W_д(p) \cdot K_{дс} \cdot W_2(p). \quad (4)$$

Чтобы удовлетворялось равенство $I_и(p) = I_с(p)$, должно выполняться условие:

$$W_д(p) \cdot K_{дс} \cdot W_2(p) = 1,$$

откуда имеем:

$$W_2(p) = \frac{1}{K_{дс} W_д(p)} = \frac{k\Phi T_м p}{K_{дс} R_я}.$$

Получили звено чистого дифференцирования. Следовательно, абсолютная точность оценки тока нагрузки трудноразрешима из-за сложности реализации звена чистого дифференцирования. Для практической реализации заменим это звено дифференцирующим звеном в ограниченном диапазоне частот:

$$W_2(p) = \frac{k\Phi T_M p}{K_{ДС} R_{я} (\delta T_M p + 1)}, \quad \delta \ll 1. \quad (5)$$

Подставляя выражение для $W_2(p)$ из (5) в (3) найдем:

$$W_1(p) = W_д(p) W_2(p) \frac{K_{ДС}}{K_{ДТ}} = \frac{K_{ДС}}{K_{ДТ}} \frac{R_{я} k\Phi T_M p}{K_{ДС} R_{я} k\Phi T_M p (\delta \cdot T_M p + 1)} = \frac{1}{K_{ДТ} (\delta T_M p + 1)}. \quad (6)$$

Чтобы установить связь оценки тока нагрузки $I_{И}(p)$ с действительным его значением $I_C(p)$, подставим найденные выражения для $W_2(p)$ из соотношения (5) и $W_1(p)$ из (6) в соотношение (4):

$$I_{И}(p) = \frac{I_C(p)}{\delta T_M p + 1}. \quad (7)$$

Из соотношения (7) следует, что ошибка оценки тока нагрузки тем меньше, чем меньше коэффициент δ . Согласно [1] для реального дифференцирования достаточно принять $\delta = 0.2 \dots 0.1$.

Выполним исследование синтезированного наблюдателя тока нагрузки. Исследования произведем для электродвигателя постоянного тока типа П2-1000-248-14С с номинальными данными [2, с.437, табл. 10.44]: мощность $P_H = 10000$ кВт; ток якоря $I_H = 11450$ А; частота вращения вала рабочего механизма $\omega_H = 63$ об/мин $= 63 \pi/30 = 6,597$ рад/с; электромеханическая постоянная времени $T_M = 0,06$ с; сопротивление якорной цепи $R_{я} = 0,0048$ Ом. Соответствующая модель наблюдателя тока нагрузки приведена на рисунке 2.

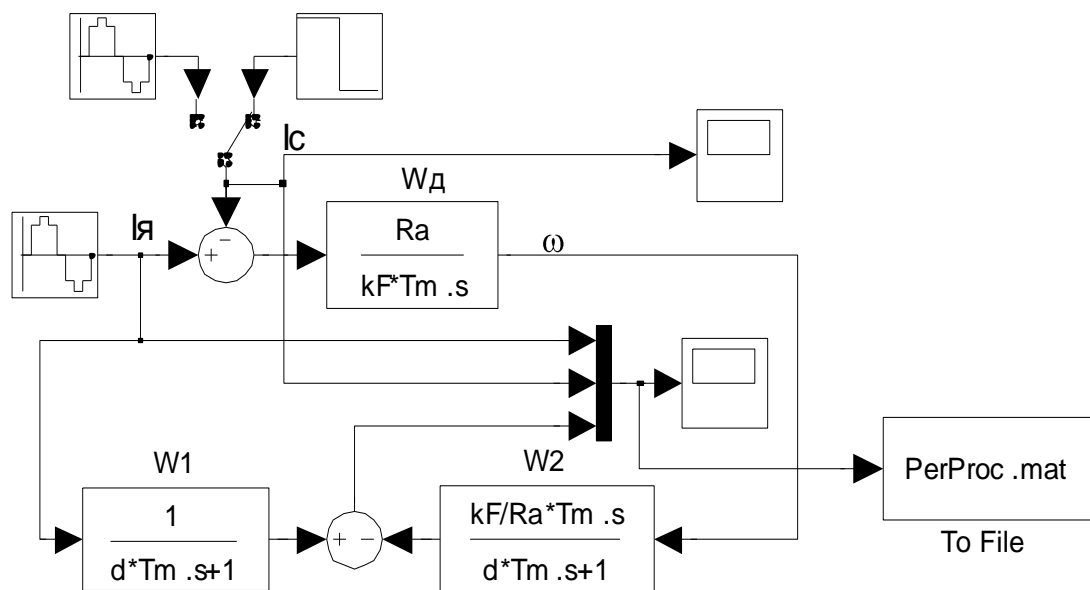


Рисунок 2 – Модель наблюдателя тока нагрузки

Модель наблюдателя позволяет исследовать различные типы нагрузок I_c : ступенчатое со сбросом воздействие, синусоидальное, косинусоидальное, синусоидальное с начальным фазовым сдвигом. Кроме того, имеется возможность настраивать постоянную времени фильтра, изменяя коэффициент d в звеньях наблюдателя $W1$ и $W2$. Однако, необходимо при этом следить за тем, чтобы не нарушалось соотношение

$$d \cdot T_m > \text{Fixed-step size},$$

где Fixed-step size – конфигурационный параметр, расположенный в окне $\text{Configuration Parameter}$. Доступ до окна конфигурации осуществляется через последовательность меню: $\text{Simulation} \rightarrow \text{Configuration Parameters}$. Кроме того, Simulink не поддерживает форматирование рисунков для вывода на печать. Чтобы добавить эту возможность воспользуемся компонентом To File , в который записывается матрица данных процессов моделирования.

На рисунках 3 и 4 показаны кривые действительного тока нагрузки I_c и тока I_i , полученной с помощью наблюдателя при $d=0.1$ при противоположных фазах тока двигателя I_a . Параметр Fixed-step size принят равным 0.001. Сравнение показывает их хорошую сходимость, которая не зависит от вида тока I_a . Если принять $d=0.01$ (рисунок 5), то расхождение действительного I_c и оцененного наблюдателем тока I_i становится исчезающим. При этом необходимо установить $\text{Fixed-step size} = 0.0001$. Аналогичная картина наблюдается на рисунках 6 и 7, где показаны кривые тока при синусоидальном (рисунок 6) и косинусоидальном токах нагрузки. Отклонение I_i от I_c остается в тех же пределах, что и при ступенчатом характере изменения нагрузки.

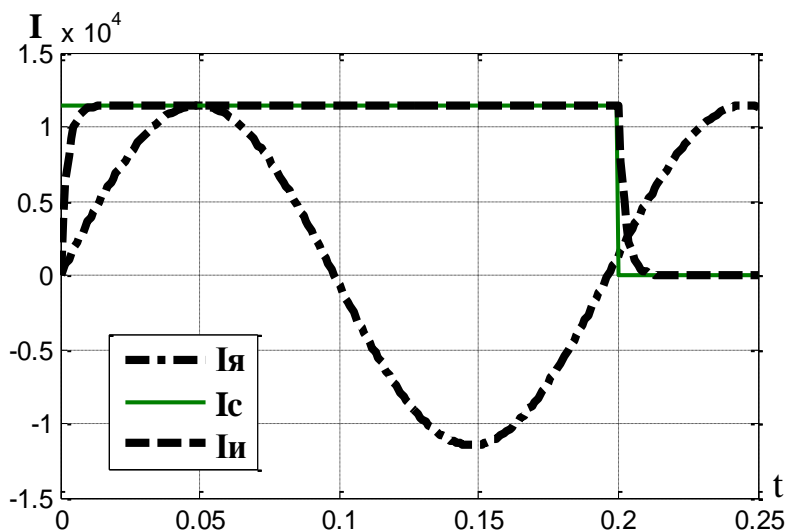


Рисунок 3 – Кривые I_c и I_i при $d=0.1$, прямоугольном импульсе тока нагрузки I_c и синусоидальном токе I_a

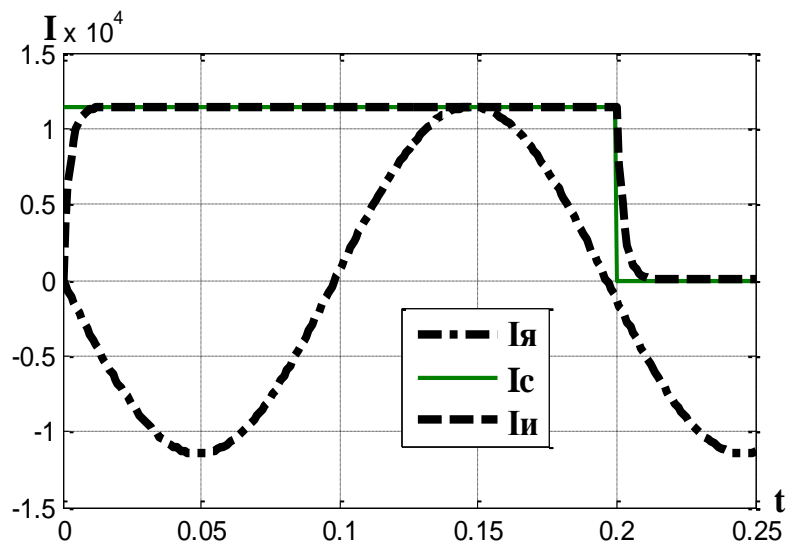


Рисунок 4 – Кривые I_c и I_i при $d=0.1$, прямоугольном импульсе тока нагрузки I_c и синусоидальном I_a (в противофазе по отношению к рисунку 4)

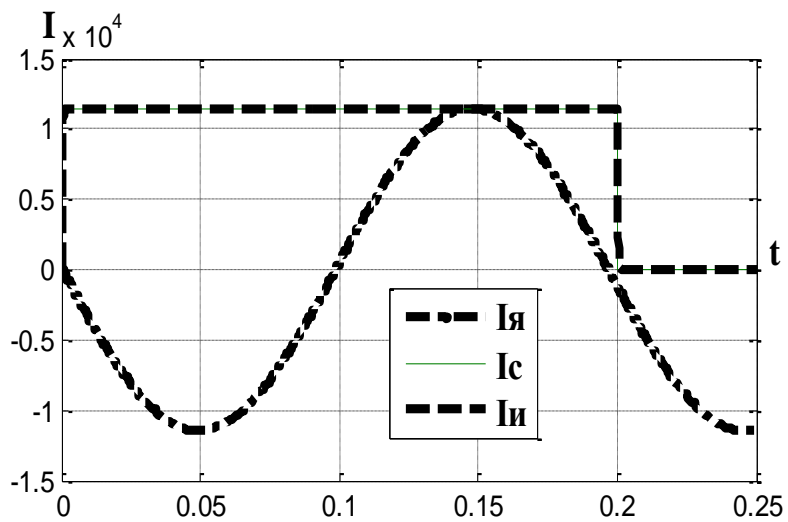


Рисунок 5 – Кривые I_c и I_a при $d=0.01$, прямоугольном импульсе тока нагрузки I_c и синусоидальном токе I_a

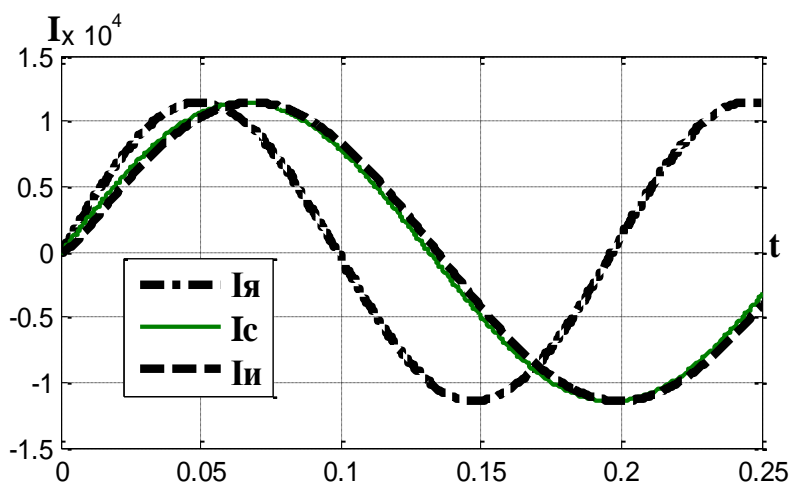


Рисунок 6 – Кривые I_c и I_i при $d=0.1$, синусоидальном токе нагрузки I_c и синусоидальном токе I_a

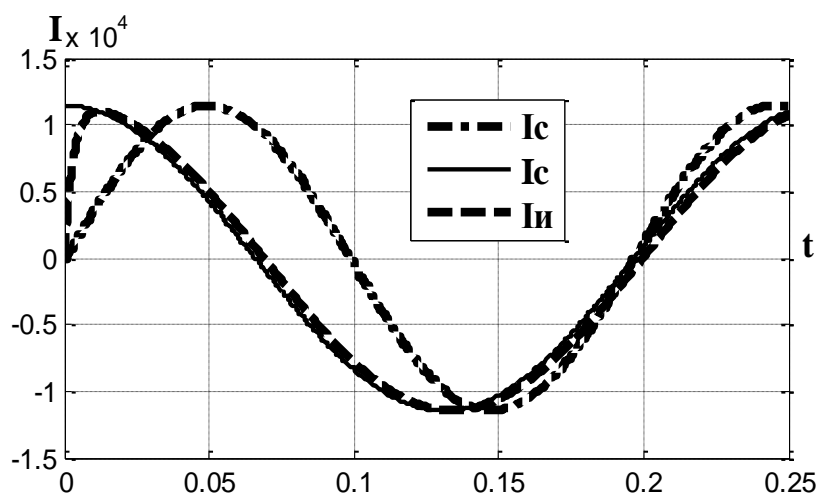


Рисунок 7 – Кривые I_c и I_i при $d=0.1$, косинусоидальном токе нагрузки I_c и синусоидальном токе I_a

Выводы. Создан простой наблюдатель тока нагрузки электродвигателя постоянного тока независимого возбуждения. Схема наблюдателя отличается предельной простотой, высокой точностью и в силу простоты высокой надежностью.

В данной работе наблюдатель реализован на аналоговой технике. Но его математическую модель, состоящую из двух передаточных функций (4) и (5) не составит труда преобразовать в уравнения состояния (уравнения в форме Коши), а за тем в разностные уравнения по схеме Эйлера, которые легко представить в виде программы на языке си или ассемблера. Последняя задача является предметом отдельной статьи.

Библиографический список

1. Олссон Г. Цифровые системы автоматизации и управления [Текст] / Г.Олссон, Д.Пиани.- СПб.: Невский Диалект, 2001. - 557 с.
2. Справочник по электрическим машинам [Текст] В 2-х т. / Под ред. И.П. Копылова и Б.К. Клокова. Т.1. – М.: Энергоатомиздат, 1988. -438 с.

УДК 004.32

СИСТЕМА ДВУНАПРАВЛЕННОГО ОБМЕНА ДАННЫМИ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОЙ ПЛАТЫ ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА С КОМПЬЮТЕРНОЙ МОДЕЛЬЮ ОБЪЕКТА

Крючков Ф.В.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Кунин П.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Требования к качеству высшего образования постоянно повышаются. Но низкая материальная база университетов не позволяет иметь лаборатории, оснащенные по последнему слову техники из-за дороговизны

электромеханического оборудования. Исходя из этого, возникла необходимость создания современного лабораторного комплекса состоящего из реальной микроконтроллерной системы управления и модельного объекта управления, позволяющего решать задачи автоматического управления практически любым объектом, который может быть реализован в среде Matlab. Это программным путем дает возможность значительно расширить количество и менять специфику лабораторных работ за счет использования возможностей среды моделирования, в которой можно создать модель практически любого устройства или даже технологического процесса, которым необходимо управлять. Причем чтобы добавить новую лабораторную работу нет необходимости производить какие-либо манипуляции с оборудованием. Достаточно лишь создать новую модель объекта в среде Matlab.

В этих системах необходим двунаправленный обмен данными между реальной микроконтроллерной системой и модельным объектом управления, который реализован в компьютере. Функциональная схема интерфейса приведена на рисунке 1.

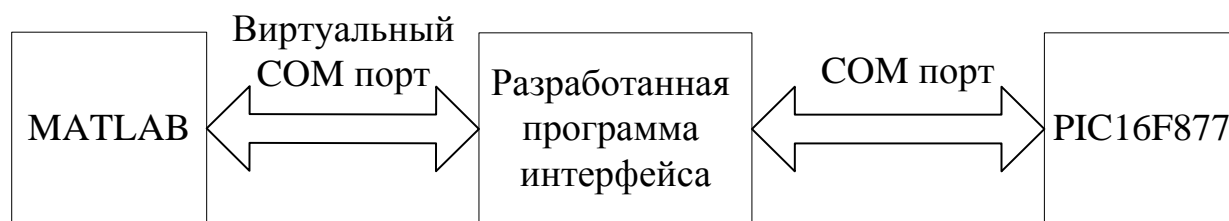


Рисунок 1 – Функциональная схема интерфейса

Данные из simulink передаются в микроконтроллер через разработанную программу, которая преобразует формат данных MatLab в формат удобный для быстрой обработки и передачи данных в микроконтроллер PIC16F877. Связь между всеми компонентами реализована с помощью COM портов.

Параметры схемы, собранной в simulink, которые необходимо отправить в микроконтроллер передаются с помощью специальных блоков из библиотеки RS232 Blockset. В блоки поступают параметры которые преобразуются в строку подобно функции sscanf и отправляются на виртуальный COM порт.

Программа, после получения строки преобразует её в массив чисел (параметров) типа float (стандарт IEEE-754, таблица 1. Так как в PIC микроконтроллере используется модифицированный формат Float (MICROCHIP float), то перед отправкой их микроконтроллеру необходимо произвести преобразование.

Таблица 1 – Преобразование формата Float

Стандарт	Байт 0	Байт1	Байт 2	Байт 3
IEEE-754	S E0 E1 E2 E3 E4 E5 E6	E7 D D D D D D D	D D D D D D D D D	D D D D D D D D D
MICROCHIP float	E0 E1 E2 E3 E4 E5 E6 E7	S D D D D D D D D	D D D D D D D D D	D D D D D D D D D

где: S – Знак числа; E0-E7 – Экспонента; D – Мантисса;

После преобразования данные отправляются побитно. То есть, число отправляется в четыре приема по байту за одну передачу.

Микроконтроллер PIC16F877 при получении четырех байтов сохраняет их в памяти как число типа float. После необходимых преобразований этого числа оно разбивается на 4 байта и отправляется в программу посредством COM порта. Программа при получении 4 байтов с микроконтроллера, склеивает их обратно в число и преобразует в формат float IEEE-754. Затем происходит преобразование числа в строку вида sscanf понятную MatLab и отправляет на виртуальный COM порт.

На рисунке 2 показана модель, которая реализует обмен данными с PIC контроллером. В нижней части собрана передающая в PIC контроллер часть модели. Как видно из схемы в блоке RS232 Write Format имеется 3 входа. Первый вход служит для связи с основным блоком RS232 Setup в котором настраивается работа с COM портом на передачу данных рис. 3. Второй вход служит для подачи сигнала на передачу данных, таким образом импульсным генератором мы можем регулировать частоту дискретизации. И вход 3 служит для подачи на него непосредственно самого передающего сигнала, так как у нас для передачи имеется один сигнал (дискретная синусоида), то для блока RS232 окна настройки будут выглядеть так, как показано на рисунке 3.

Принимающей части системы выглядит немного сложнее передающей части, за счет добавления 2 блоков: RS232 Create Buffer, RS232 Wait Buffer Synch. Как видно из названия они служат для работы с буфером. Один для его создания, в нем задается объем буфера, а второй для стабильной работы системы. Блок RS232 Setup настраивается соответственно блоку на передачу данных только COM порт задается соответствующий COM порту на который приходят данные. RS232 Read Format настраивается так же как и блок RS232 Write Format, чтобы данные распознавались правильно параметр format string должен быть одинаковым.

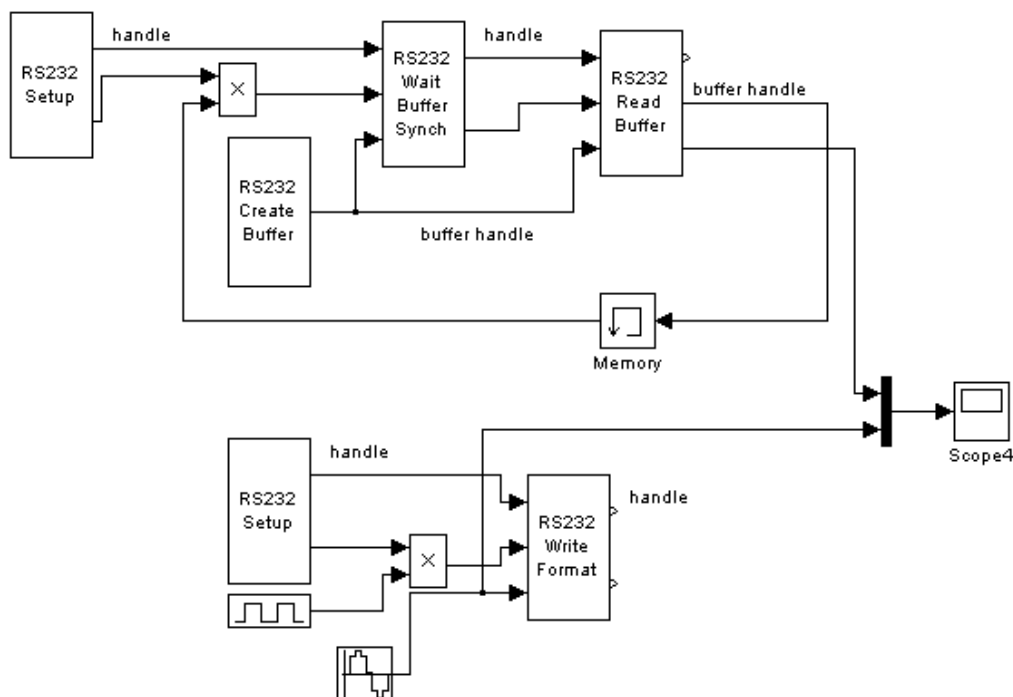


Рисунок 2 – Модель реализующая обмен данными с PIC контроллером

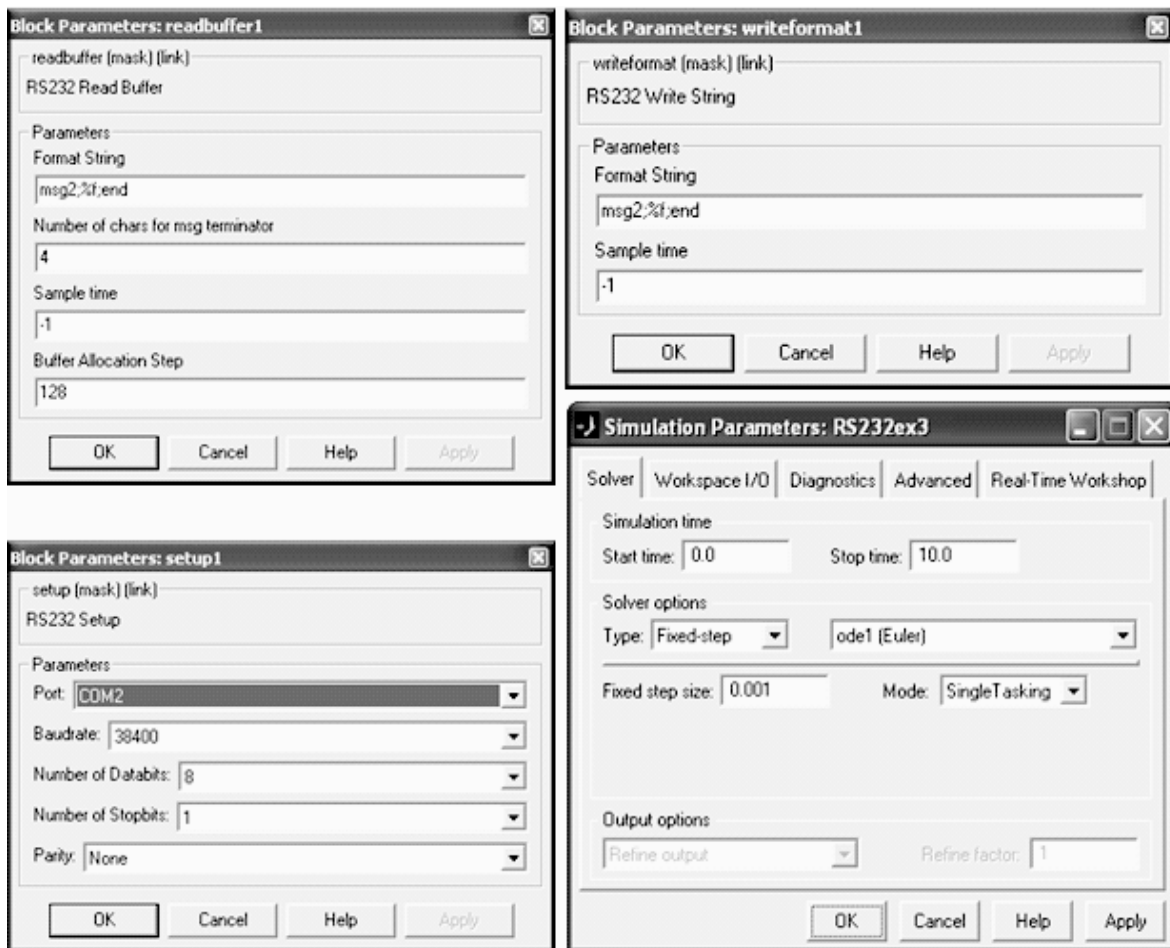


Рисунок 3 – Окна настройки интерфейса и симулятора Matlab

Для правильной работы системы необходимо параметры симуляции выставить так, как показано на рисунке 3. Виртуальные COM порты создаются в любой программе позволяющие сделать это. Далее необходимо запустить разработанную программу в окне, показанном на рисунке 4 и настроить в ней COM порты. Один для связи с MatLab, а второй для связи с PIC контроллером. В первом случае указывается виртуальный COM порт, во втором же случае реальный COM порт к которому подключен PIC контроллер.



Рисунок 4 – Вид окна разработанной программы

Программа написана на языке C# в среде Microsoft Visual Studio 9.0. В листинге приведена функция при приеме данных от MatLab. Функция при приеме данных от PIC контроллера выглядит практически аналогично за исключением того, что все данные преобразуются в обратную сторону.

Листинг программы:

```
private void serialPort1_DataReceived(object sender,
System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs e)
{
String[] num = new String[3];           // Для хранения 4 битного числа
float Num1;                             // Для хранения полученного числа
read = "";                               // Очищаем строку
read = serialPort1.ReadTo(";end");      // Считываем полученную строку от
MatLab
listBox1.Items.Add("COM: >" + read     // Выводим, что получили от MatLab
+ " " + DateTime.Now.Second
+ "." + DateTime.Now.Millisecond);
num = read.Split(',', ';');           // Разделяем строку на массив строк
// разделенных: ',', ';'
num[1] = num[1].Replace('.', ',');     // Заменяем точки на запяты
float.TryParse(num[1], out Num1);      // олучаем из строки число
Byte[] mas = new Byte[4];             // Для отправки 4 битного числа
Byte bit1, bit2, cont;                // Вспомогательные переменные
mas = BitConverter.GetBytes(Num1);    // Преобразуем полученное число в
биты
cont = mas[0];                         // Переворачиваем массив
mas[0] = mas[3];
mas[3] = cont;
cont = mas[1];
mas[1] = mas[2];
mas[2] = cont;
if (mas[0] >= 128)                     // Преобразуем число из IEEE
//в Microchip float
bit1 = 1; else bit1 = 0;

if (mas[1] >= 128)
    bit2 = 1; else bit2 = 0;
mas[0] *= 2;
if (bit1 == 1)
    mas[1] |= 128 else mas[1] &= 127;
if (bit2 == 1)
    mas[0] |= 1; else mas[0] &= 254;

serialPort2.Write(mas, 0, 4);          // Отправляем данные в PIC контроллер
listBox1.Items.Add("PIC: < " +        // Выводим, что отправили в PIC
Convert.ToString(Num1) + " ("
+ BitConverter.ToString(mas) + ") "
+ DateTime.Now.Second + "."
+ DateTime.Now.Millisecond);
}
```

Листинг программы для PIC контроллера:

```
#include <built_in.h>
int num_1;
double qwe;
double num_2;
int count;
unsigned char buff[4];
unsigned char num[14];
unsigned char addr;
unsigned char int_4;
unsigned char int_3;
unsigned char int_2;
```



```

unsigned char int_1;
void main() {
    TRISD.F0 = 0;           // Настраиваем порты
    PORTD.F0 = 0;
    TRISB.F3 = 0;
    UART1_Init(115200);    // Настраиваем модуль UART На скорость 115200
    Delay_ms(100);
    count = 0;             // Сброс кол-ва полученных битов
    while (1)              // Бесконечный цикл
    {
        if (UART1_Data_Ready() == 1) { // Если получены данные
            buff[count] = UART1_Read(); // считываем их в массив
            count++; // Увел-ем кол-во получ. байтов
            if (count == 4) // Если полученных байтов 4
            {
                count = 0; // сбрасываем счетчик байтов
                int_1 = buff[3];
                int_2 = buff[2];
                int_3 = buff[1];
                int_4 = buff[0];

                asm { // Склеиваем полученные байты в число
                    MOVF _buff+3,0
                    MOVWF _qwe
                    MOVF _buff+2,0
                    MOVWF _qwe+1
                    MOVF _buff+1,0
                    MOVWF _qwe+2
                    MOVF _buff,0
                    MOVWF _qwe+3
                }

                // Разбиваем обратно
                buff[3] = Lo(qwe);
                buff[2] = Hi(qwe);
                buff[1] = Higher(qwe);
                buff[0] = Highest(qwe);

                UART1_Write(buff[0]); // Отправляем побайтно обратно
                UART1_Write(buff[1]);
                UART1_Write(buff[2]);
                UART1_Write(buff[3]);
            }
        }
    }
}

```

УДК 004.312

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ИНВЕРТОРОМ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ С КОРОТКОЗАМКНУТЫМ РОТОРОМ

Гайдуков В.В.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Кунинин П.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В последнее время интенсивно развивается электропривод на базе

асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором, модули управления которым построены на основе встроенных микропроцессорных систем. С расширением функциональности однокристальных микроконтроллеров, реализующих практически все функции контроллеров, целесообразно построение на их основе нового класса дешевых малогабаритных модулей управления асинхронным электроприводом.

Система управления содержит задающее устройство и регулятор, реализованные на основе микроконтроллера dsPIC33FJ32MC202, который содержит специализированный ШИМ для управления приводом (Motor Control PWM), при помощи которого генерируется трехфазное напряжение. Устройство генерирует трехканальный ШИМ сигнал, скважность каждого из каналов меняется по синусоидальному закону. При этом угол каждого последующего канала отличается на 120 градусов. В результате образуется три канала ШИМ, действующее значение которых образует трехфазное напряжение (рисунок 1). После усиления и фильтрации ШИМ сигнала получили трехфазное управляемое по частоте напряжение (рисунок 2). Схема управления частотой и преобразованием ШИМ сигнала в трехфазное напряжение приведено на рисунке 3.

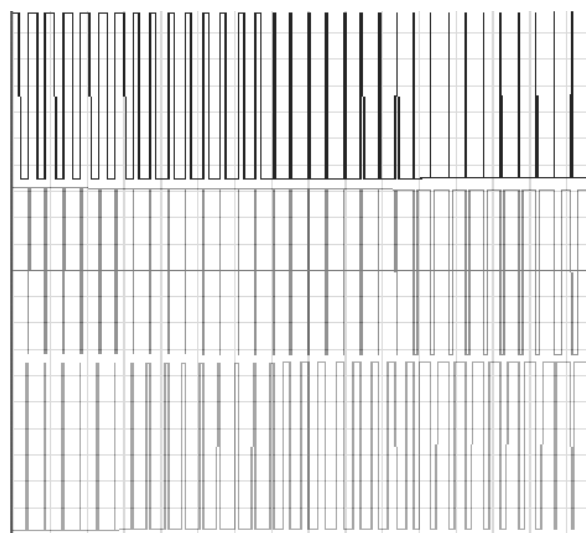


Рисунок 1 – Три канала ШИМ, сгенерированное при помощи dsPIC33FJ32MC202

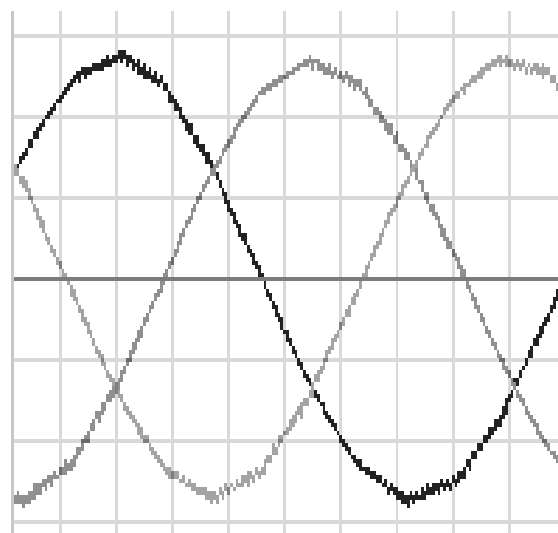


Рисунок 2 – Трехфазное напряжение, сгенерированное при помощи dsPIC33FJ32MC202

На данной схеме импульсы верхних ключей объединяются с импульсами нижних ключей. Происходит попеременное переключение транзисторов верхнего и нижнего плеча, с изменяемой по синусоидальному закону скважностью импульсов. К коллектору верхнего ключа подходит положительное напряжение, а к эмиттеру нижнего ключа отрицательное. В результате положительными импульсами с контроллера открываются транзисторы верхнего и нижнего плеча. Этот процесс происходит для каждого канала отдельно, в результате чего на выходе получается трехфазное напряжение.

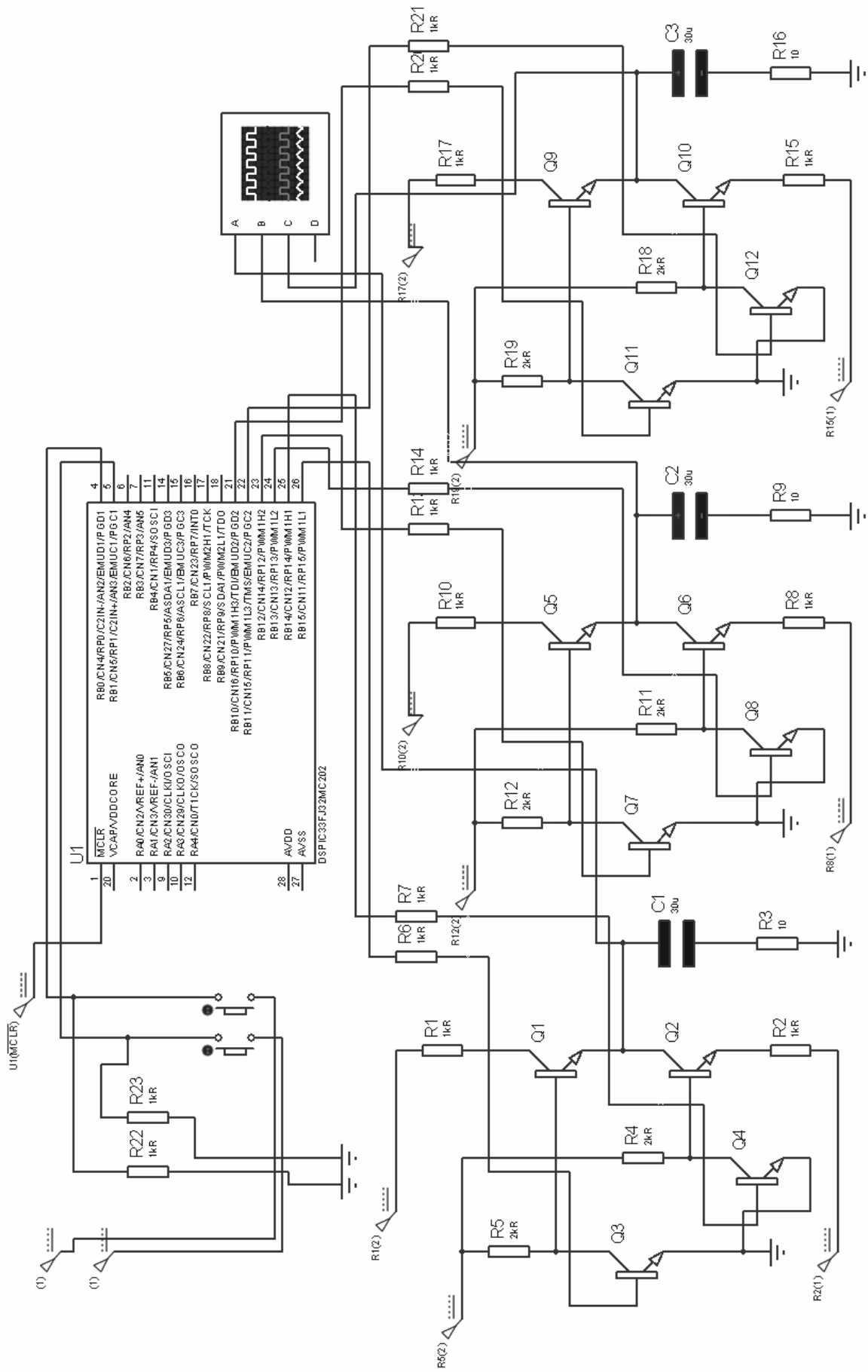


Рисунок 3 – Схема управления частотой и преобразованием ШИМ сигнала в трехфазное напряжение

Частоту генерируемой синусоиды можно менять, посредством нажатия кнопки, после чего в программе микроконтроллера множитель частоты синуса увеличивается на заданную определенную величину.

Программа написанная для микроконтроллера выполняет генерацию синусоидального ШИМ с заданной частотой. В программе реализован алгоритм перезадавания частоты изменения скважности импульсов, по внешнему сигналу, то есть по нажатию кнопки.

Разработка программного обеспечения выполнена на базе системы Proteus, позволяющая моделировать работу микроконтроллеров Рис американской компанией Microchip Technology Inc. Программирование микроконтроллера произведено в среде языка программирования MikroC, который содержит множество библиотек, позволяющих гибко использовать программируемое устройство.

Листинг программы:

```
double i=0;           //Задание переменных
double f1=0;         //переменная скважности 1
double f2=0;         //переменная скважности 2
double f3=0;         //переменная скважности 3
double x=1;          //множитель частоты синусоиды
int flag = 0;        //флаг
double duty_50;      //переменная скважности 1
void main() {
ADPCFG = 0xFFFF;    //определение аналоговых пинов, цифровыми
TRISB = 255;         //определение порта В на ввод данных
TRISA = 0;           //определение порта А на вывод данных
    duty_50 = PWM1_MC_Init(5000, 0, 119, 0); //инициализация ШИМ
    PWM1_MC_Set_Duty(f1 = duty_50, 1);      //задание скважности
    PWM1_MC_Set_Duty(f2 = duty_50, 2);      //ШИМ каждому из трех
    PWM1_MC_Set_Duty(f3 = duty_50, 3);      //каналов
    PWM1_MC_Start();                         //запуск ШИМ
    while(1)                                  //начало цикла
    {
        i = i+0.1;                            //счетчик скважности +0.1
        if (Button(&PORTB, 0, 1, 1)) //если кнопка(0) на нулевом пине
        {                                       //порта В нажата в течение 1мс,
            if (flag==0)                       //то переход к условию, если
            {                                   //если флаг сброшен, то множитель
                x+=1;                           //частоты синусоиды увеличить на 1
                flag=1;                         //устанавливается флаг
            }
        }
    }
}
```

```

    }
}
else //если кнопка(0)
{ //не нажата, то
    if (Button(&PORTB, 1, 1, 0)) //если кнопка(1) не нажата,
    {
        flag=0; //флаг сбрасывается
    }
}
if (Button(&PORTB, 1, 1, 1)) //если кнопка(1) нажата, то
{
    if (flag==0 && x>0.5) //если флаг сброшен и множитель
    { //больше 0,5, то
        x-=0.5; //множитель частоты уменьшить
        flag=1; //на 0,5 и устанавливается флаг
    }
}
else //если кнопка(1) не нажата
{
    if (Button(&PORTB, 0, 1, 0)) //если кнопка(0) не нажата
    {
        flag=0; //флаг сбрасывается
    }
}
f1 = duty_50 * (1+sin(x*i)); //скважность ШИМ изменяется по
f2 = duty_50 * (1+sin(x*i+1.05)); //синусоидальному закону (расчет
f3 = duty_50 * (1+sin(x*i-1.05)); //на три фазы)
PWM1_MC_Set_Duty(f1, 1); //задание скважности
PWM1_MC_Set_Duty(f2, 2); //ШИМ каждому из трех
PWM1_MC_Set_Duty(f3, 3); //каналов
} //конец цикла
}

```

В программе синусоидальность изменения скважности ШИМ задается с помощью специальных функций стандартной библиотеки math. Такой подход прост в исполнении, но занимает значительную часть вычислительной мощности микроконтроллера. Если его ресурсы сильно ограничены то можно использовать выборку значений представленную в массиве.

Регулирование скорости при изменении частоты не сопровождается увеличением скольжения асинхронного двигателя, поэтому потери мощности при регулировании невелики.

Для получения высоких энергетических показателей асинхронного двигателя – коэффициентов мощности, полезного действия, перегрузочной способности – необходимо одновременно с частотой изменять и подводимое напряжение. Закон изменения напряжения зависит от характера момента нагрузки M_c . При постоянном моменте нагрузки $M_c = \text{const}$ напряжение на статоре должно регулироваться пропорционально частоте:

$$\frac{U_1}{f_1} = \text{const}.$$

Для вентиляторного характера момента нагрузки это состояние имеет вид:

$$\frac{U_1}{f_1^2} = \text{const}.$$

При моменте нагрузки, обратно пропорциональном скорости:

$$\frac{U_1}{\sqrt{f_1}} = \text{const}.$$

Таким образом, для плавного бесступенчатого регулирования частоты вращения вала асинхронного электродвигателя, преобразователь частоты должен обеспечивать одновременное регулирование частоты и напряжения на статоре асинхронного двигателя. Для этого в свою очередь необходимо реализовать в системе управления ПИ-регуляторы.

УДК 004.9

ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

Дужий А.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Островляничик В.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Для добывающей отрасли актуальна проблема обеспечения высокоэффективной, надежной и безаварийной работы шахтных подъемных установок (ШПУ). Для решения этой проблемы в НИИ Автоматики, информатики и электромеханики Сибирского государственного индустриального университета разработана ИУС технологическим процессом «подъем» [1].

Функции ИУС ТП «Подъем» делятся на информационные и управляющие. К информационным функциям относится централизованный контроль за состоянием технологического объекта (измерение и регистрация

значений технологических параметров, обнаружение и регистрация их отклонений от установленных пределов, контроль срабатывания блокировок и защит и др.) и логико-вычислительные операции информационного характера (вычисление обобщенных показателей состояния оборудования, анализ срабатывания блокировок и защит, диагностика, прогнозирование, расчет технико-экономических характеристик и т.д.). В управляющие функции ИУС ТП входят определение оптимального режима ведения технологического процесса, формирование управляющих воздействий на объект, выдача оператору текущей информации по управлению процессом.

Состав автоматизированной системы (рис. 1):

1. Цифровая система автоматического регулирования (ЦСАР)
2. Контроллер технологической автоматики и защит (КТАЗ).
3. Программируемый аппарат защит и контроля хода шахтной подъемной машины (ПАЗК).
4. Цифровая система возбуждения синхронного двигателя.
5. Информационно-управляющая система.

ИУС выполняет функции анализа и синтеза информационных сообщений, распределения потоков информации и ее передачи по каналам локальных вычислительных сетей, оптимизацию процесса управления, техническую диагностику, регистрацию параметров технологического процесса и документирование. ПАЗК и ЦСАР находятся в прямом канале системы управления и имеют обратные связи с объектом управления (подъемной машиной). Информационно-управляющая система должна представлять собой внешний контур обратной связи, производящий сбор и обработку информации о работе установки, а также вырабатывающий корректирующие воздействия на систему управления.

Техническая структура ИУС приведена на рис.2.

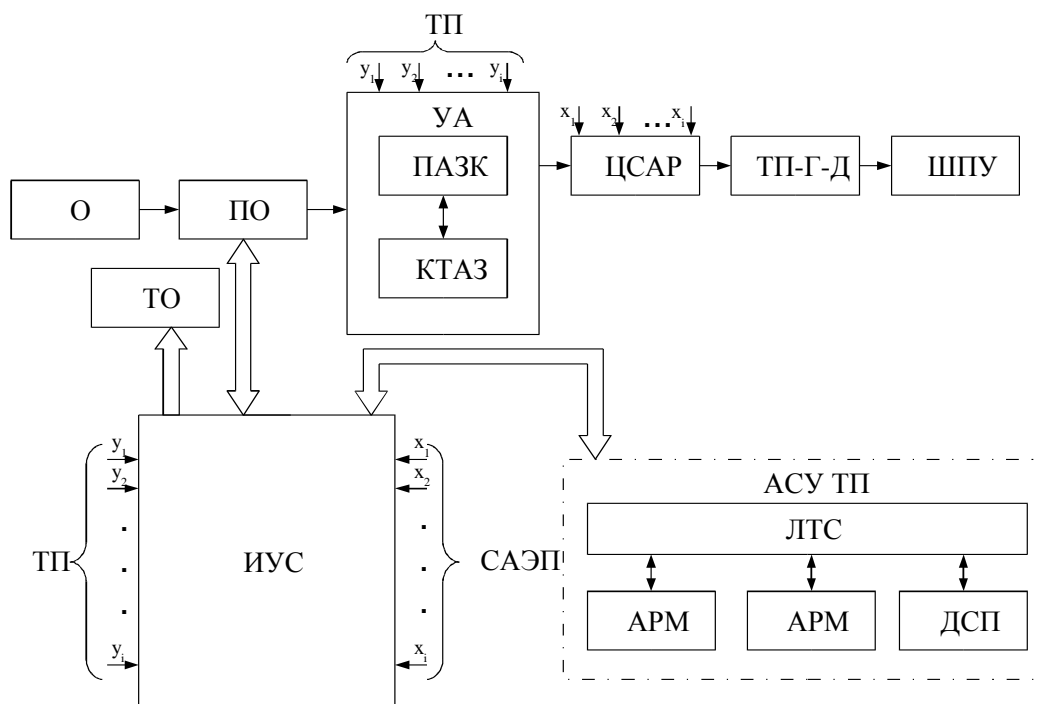


Рисунок 1 – Функциональная схема автоматизированного электропривода

Обозначения на рис.1: О – оператор, ПО – пульт оператора, ТО – терминал оператора, КТАЗ – контроллер технологической автоматики и защит, ПАЗК – программируемый аппарат защит и контроля хода, ЦСАР – цифровая система автоматического регулирования, ТП-Г-Д – система тиристорный преобразователь - генератор - двигатель, ТП – технологический процесс, ШПУ – шахтная подъёмная установка, ИУС – информационно-управляющая система, САЭП – система автоматизированного электропривода, АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом, ЛТС – локальная технологическая сеть, АРМ – автоматизированное рабочее место, ДСП – диспетчер.

К основным функциям ИУС относятся:

1. Измерение всех параметров технологического процесса (величин, не связанных напрямую с электрической частью подъемной установки); параметров электромеханической системы, характеризующих как текущий процесс, так и техническое состояние узлов системы; контрольных величин (параметры от внешних эталонов); параметров внешних систем (контроль источников питания и т.п.).

2. Контроль и защита (система контроля и защит СКЗ) - блокировки и защиты (проскальзывание каната, износ оборудования и т.п.), которые дублируют функции КТАЗ с целью увеличения надёжности системы.

3. Обработка данных. Производится расчет величин, которые не измеряются напрямую, но необходимы для использования системой других функций, например ЭДС двигателя постоянного тока, скольжение асинхронного двигателя.

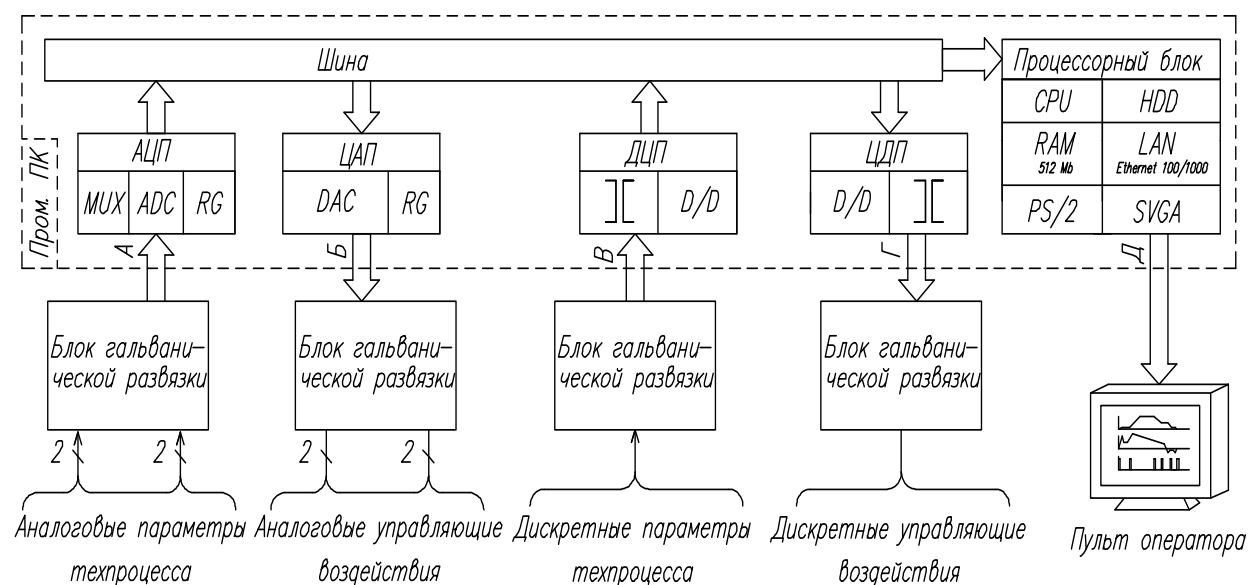


Рисунок 2 – Техническая структура ИУС

4. Анализ режима работы. ИУС должна производить анализ работы привода и течения технологического процесса на основе сравнения текущих параметров с заданными (эталонной моделью), и алгоритмов выявления нестандартных, опасных и аварийных режимов.

5. Управление (советование). Задачей данной функции является выработка управляющих воздействий для коррекции заданного режима работы ШПУ. В качестве управляющих воздействий могут использоваться: дискретные сигналы управления (команды); формируемые функцией аналоговые сигналы (диаграммы напряжения задания регулируемых величин). ИУС также должна обеспечивать работу системы в режиме «советчика», формируя сообщения (советы) оператору.

6. Оптимизация работы системы - реализует оптимальное управление установкой путем выработки решений (управляющих команд для функции управления), обеспечивающих наиболее выгодные технически и экономически, либо наиболее безопасные и щадящие режимы работы электропривода.

7. Диагностика - обнаружение неисправностей ШПУ, выявление их причин и формирование сообщений о них, а также, возможно, советов по их устранению, адресованных персоналу.

8. Регистрация параметров - хранение информации о течении технологического процесса, принятых системой решениях и действиях персонала. Данная информация может использоваться для экономической и статистической обработки, а также с целью периодического анализа состояния электрических машин, качества настройки систем регулирования и состояния системы технологической автоматики, для анализа и выявления причин аварий, при наладочных работах или при настройке технологического процесса на заданные характеристики.

9. Организация взаимодействия ИУС с локальной технологической сетью АСУ верхнего уровня, обеспечивающая передачу в указанную технологическую сеть информации о протекающем технологическом процессе, а также прием управляющей информации из технологической сети для исполнения.

Программное обеспечение ИУС реализовано на базе ОС Linux. Linux является ОС мягкого реального времени с возможностью работы в режиме жесткого реального времени при помощи дополнительного ПО, например RTLinux. Это делает Linux предпочтительной ОС для ИУС реального времени. ПО состоит из программы регистрации и программы анализа осциллограмм. ИУС включает в себя функции файл-сервера сети Ethernet, дающего возможность просматривать по сети как зарегистрированные осциллограммы, так и регистрируемые в данный момент. Поддержка сети позволит включить ИУС в систему АСУП.

В программе регистрации реализованы следующие модули: вычисления веса поднятого груза; определения амплитудных и действующих значений сигналов переменного напряжения; вычисления сдвига фазы между двумя синусоидальными сигналами для определения коэффициента мощности; формирования отчетов за смену и вывод их на печать; «наблюдатель» - содержит математическую модель оптимального техпроцесса и объекта управления. Этот модуль является эталоном при реализации реального техпроцесса; обнаружения аварийных ситуаций с регулируемой задержкой реакции на событие для защиты от помех; вывода осциллограмм на экран с функциями осциллографа: оперативная регулировка масштаба по оси времени,

синхронизация по фронту/спаду/однократная по любому каналу; архивации данных за прошедшие сутки без остановки регистрации.

Структурная схема программы регистрации представлена на рисунке 3.

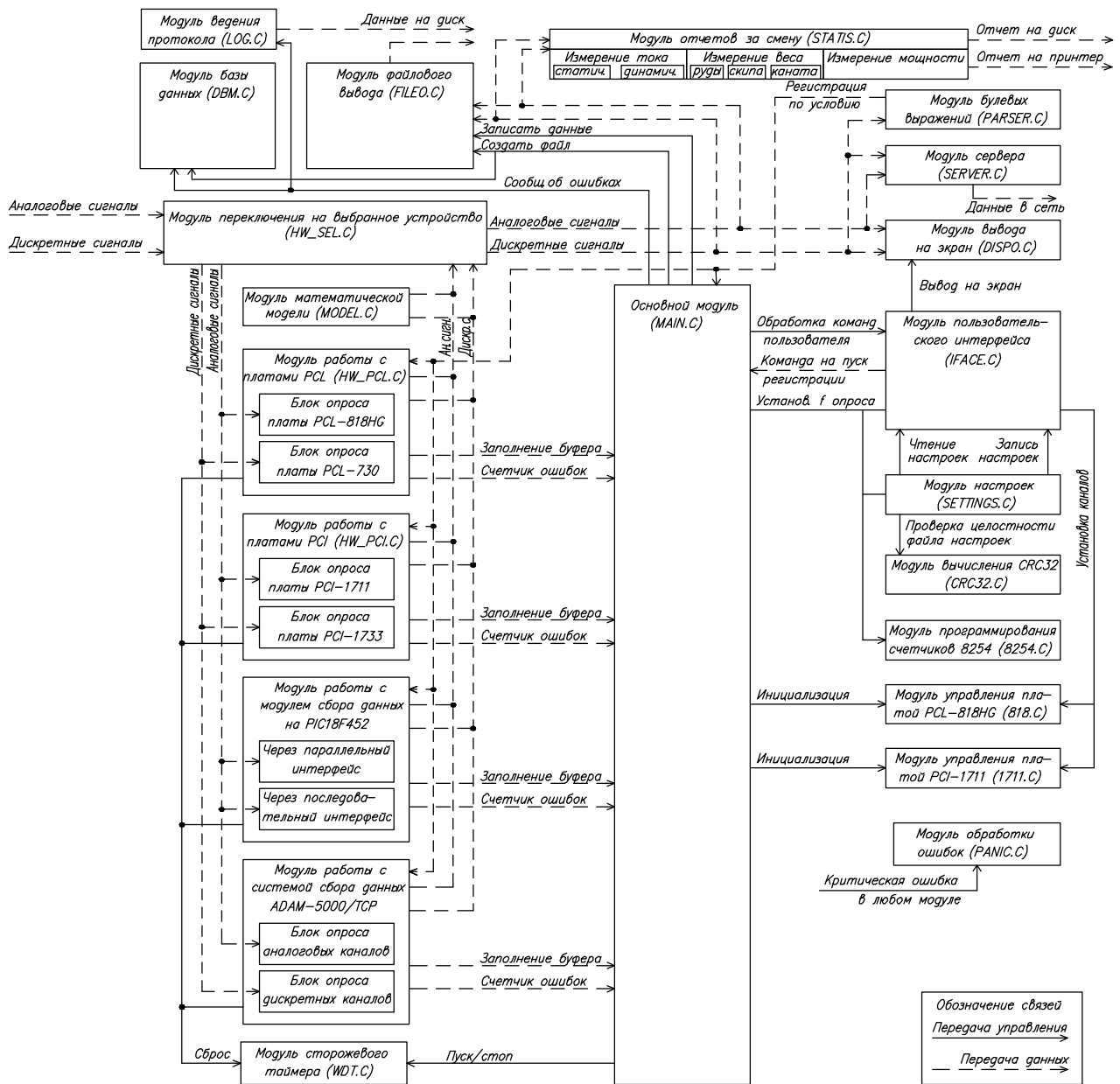


Рисунок 3 – Функциональная структура программы регистрации

Для контроля срабатывания блокировок и защит используется модуль булевых выражений. Выражения вычисляются при каждом изменении состояния входов. Поэтому для обеспечения оптимального быстродействия этот модуль компилирует выражения, введенные оператором, в машинный код процессора. При необходимости вычислить выражение его код вызывается как функция, параметрами которой являются состояния дискретных входов и мгновенные значения аналоговых сигналов. Такое программно-техническое решение обладает максимальным быстродействием по сравнению с возможными альтернативами, например, с интерпретатором.

особо ресурсоемких затрат. Также, как будет показано ниже, фильтр можно реализовать схемотехнически в микро исполнении с небольшими емкостями.

Рассмотрим реализацию режекторной фильтрации на примере замкнутого контура напряжения комплектного тиристорного электропривода (КТЭ) с аддитивной помехой 50 Гц в измерительной цепи. Структурная схема контура с числовыми параметрами показана на рисунке 1, а на рисунке 2- переходный процесс результата измерения выходной переменной, с ошибкой, вызванной помехой, превышающей 65%.

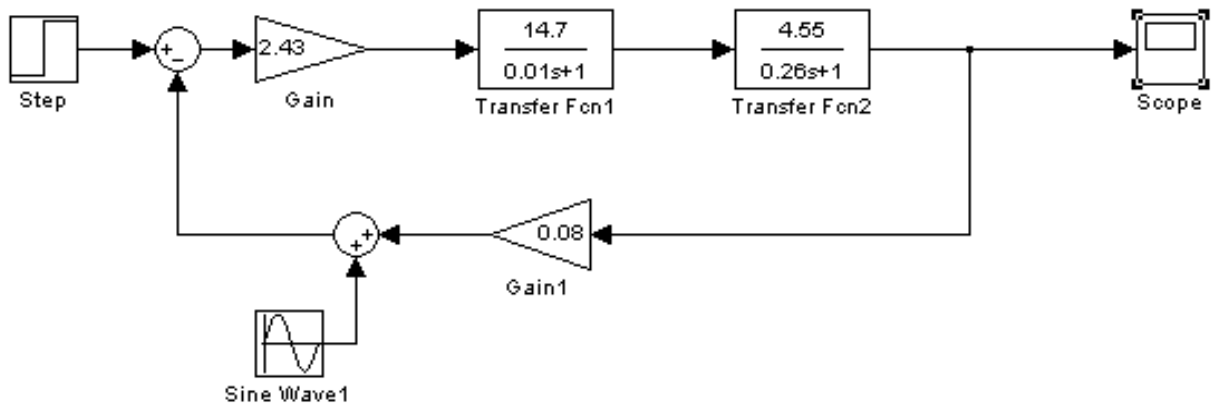


Рисунок 1 - Контур напряжения с аддитивной помехой в обратной связи

Теперь включим в контур напряжения режекторный фильтр Transfer Fcn5 (рисунок 3)с передаточной функцией:

$$W(p) = \frac{p^2 + \omega_0^2}{p^2 + p\omega_0 / Q + \omega_0^2}, \quad (1)$$

где $\omega_0 = 2 * \pi * f = 2 * \pi * 50 \text{Гц} = 314 \text{рад} / \text{с}; \quad (2)$

Q – коэффициент добротности, он определяет границы полосы частот, которую подавляет данный фильтр. В данной модели вырезается полоса частот 45-55Гц, так что

$$Q = \omega_0 / (\omega_2 - \omega_1) = 62.8. \quad (3)$$

Из соотношения (3) следует, что границы полосы частот, которую подавляет фильтр низших частот, хорошо обусловлена и есть основания ожидать, что влияние низкочастотной составляющей в области частот, близких к частоте 50 Герц, практически не окажет влияния на точность и качество управления переходными и установившимися процессами.

Выдвинутый тезис убедительно подтверждается переходными процессами, показанными на рисунках 4 и 6, причем рисунок 4 соответствует системе с одним фильтром на выходе измерителя, а рисунок 6 – системе, в которой добавлен фильтр в регулятор.

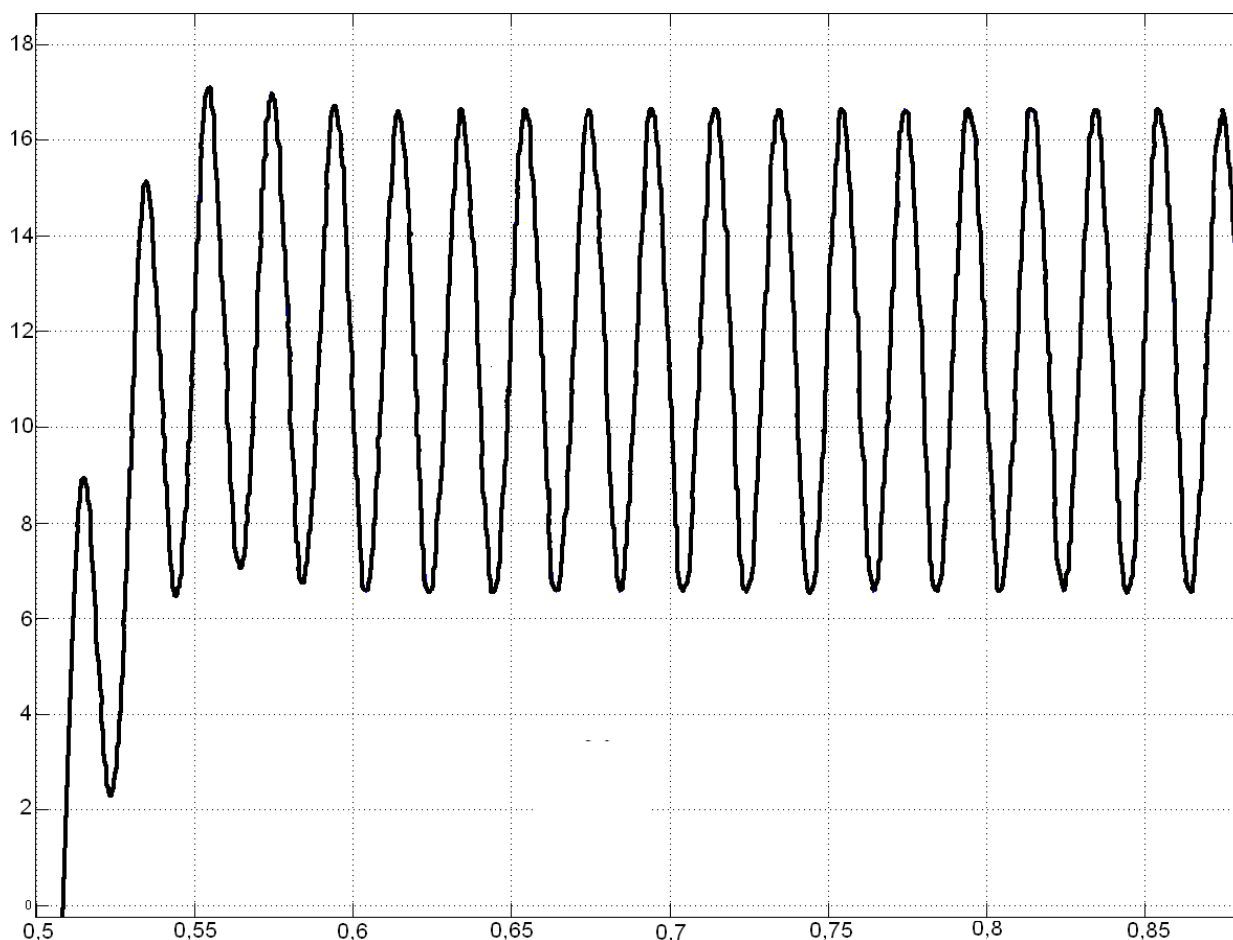


Рисунок 2 - Переходный процесс с влиянием низкочастотной помехи

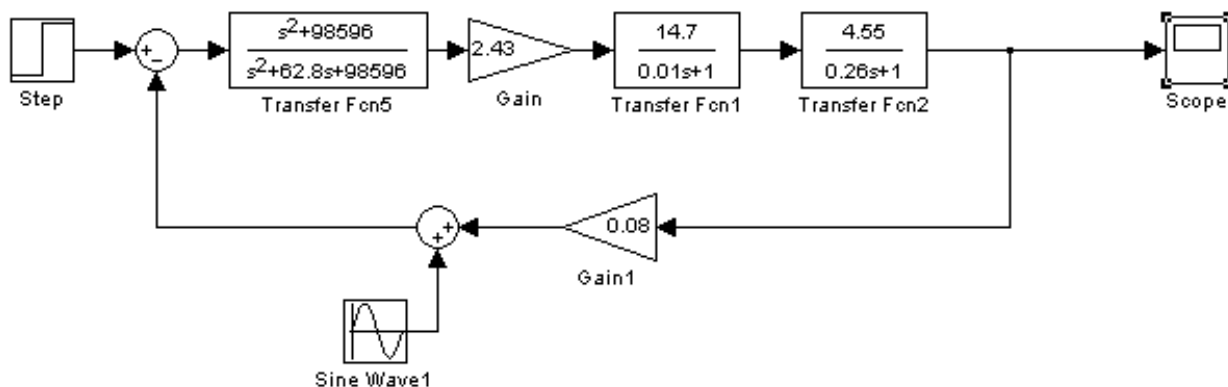


Рисунок 3 - структурная схема контура с режекторным фильтром

Как видно из переходного процесса (рисунок 4), фильтр достаточно хорошо справился с помехой, незначительно исказив сигнал. Чтобы еще больше подавить влияние помехи, следует добавить еще один фильтр Transfer Fcnb на выходе измерителя (рисунок 5). Из рисунка 6 видно, что дополнительный режекторный фильтр позволяет убрать помеху практически полностью, при этом лишь незначительно смещая амплитуду и время переходного процесса.

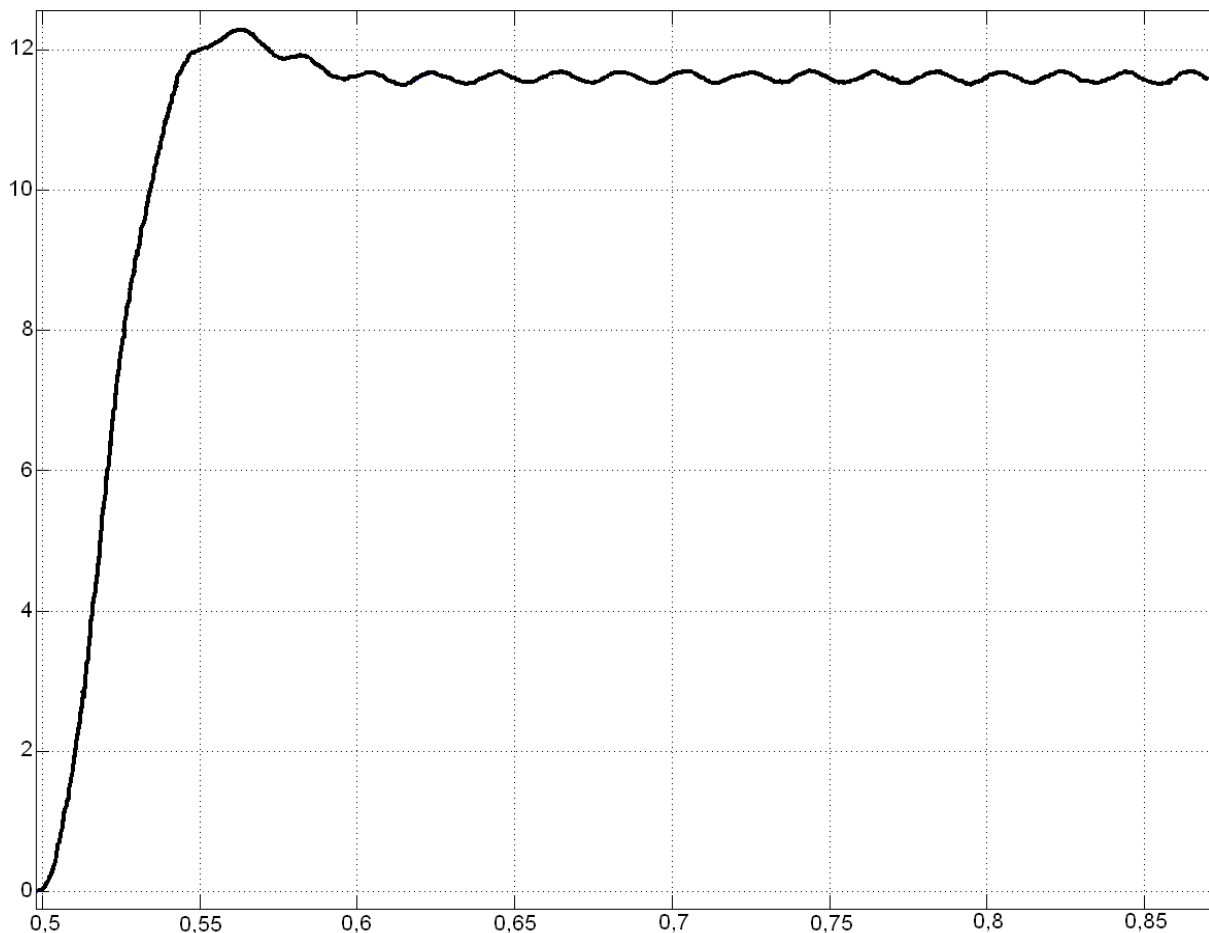


Рисунок 4 - Переходный процесс с подавлением помехи

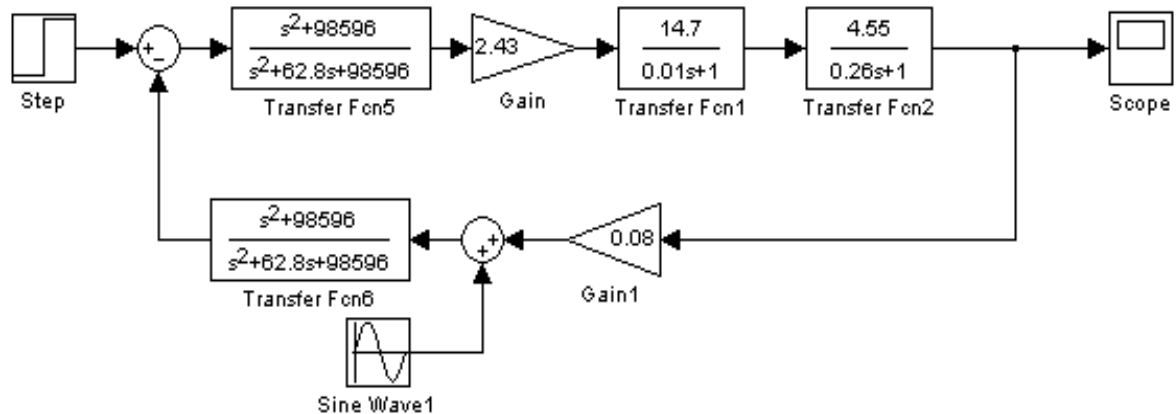


Рисунок 5 - Структурная схема контура с двумя режекторными фильтрами

Реализация режекторного фильтра в аналоговом исполнении может быть осуществлена несколькими путями. При этом, учитывая современные тенденции схемотехники, реализация желательна на микро-элементной базе. В связи с этим катушки индуктивности и конденсаторы достаточно большой для микросхемотехники емкости не должны присутствовать на схеме. В этом случае будет приемлема схема режекторного фильтра на основе гиратора (рисунок 7), который путем инверсии импеданса позволяет реализовать эффект индуктивности на конденсаторах.

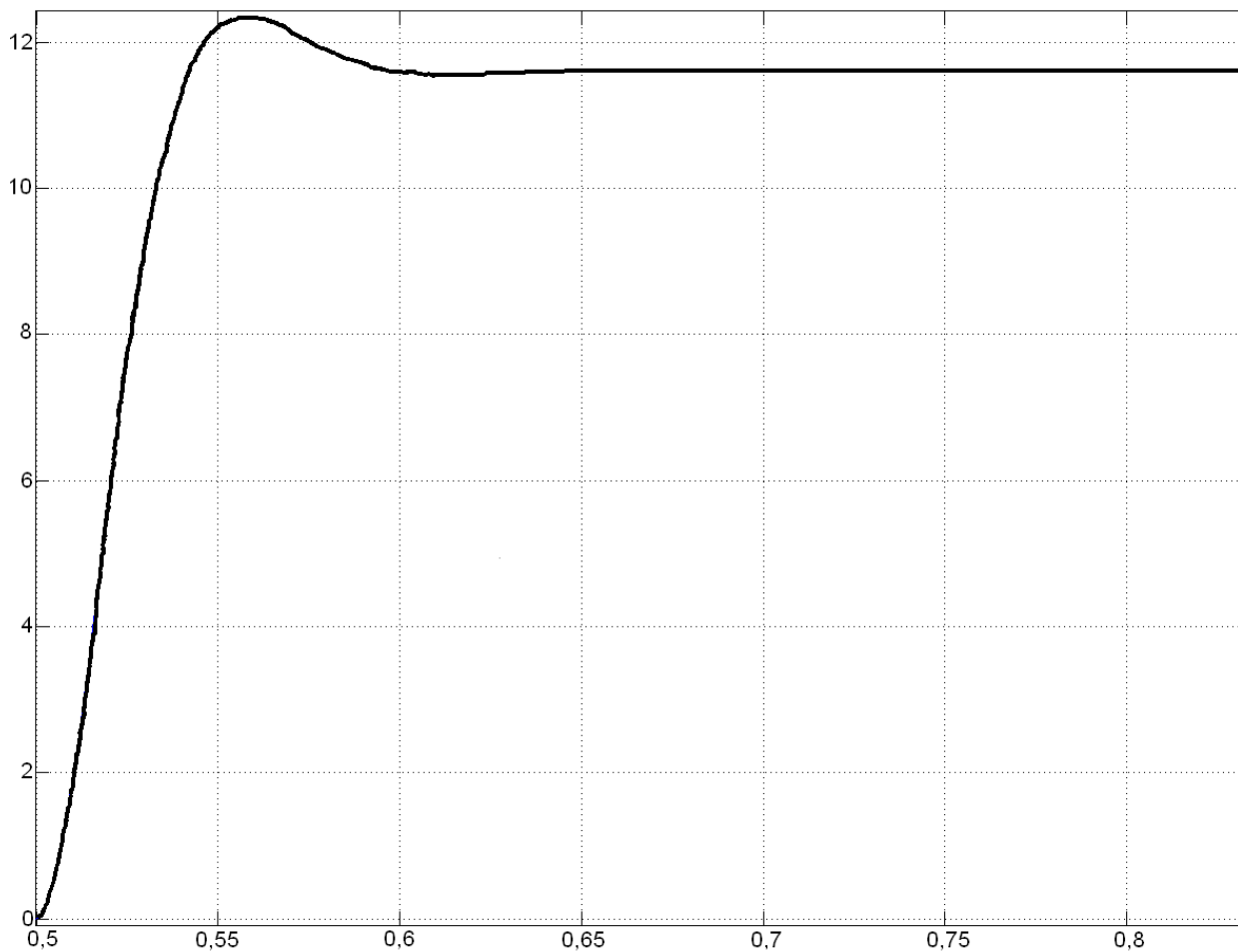


Рисунок 6 - Переходный процесс с подавлением помехи

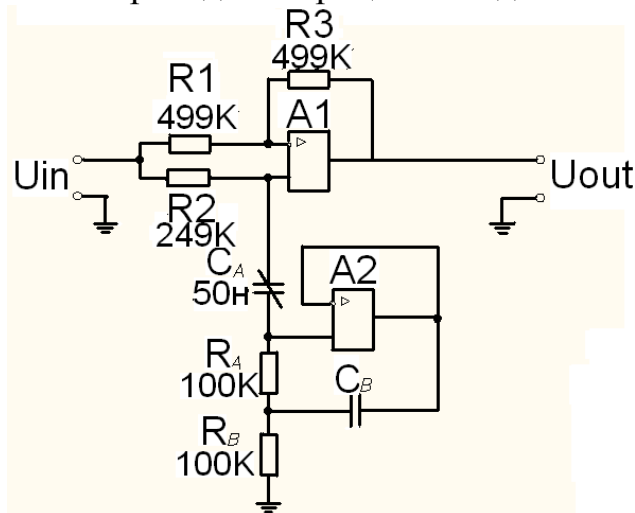


Рисунок 7 – Принципиальная схема режекторного фильтра на гираторе

Частота режекции в этом случае определится как:

$$f = \frac{1}{2 * \pi * \sqrt{R_A R_B C_A C_B}} \quad (4)$$

Если принять значения элементов, изображенных на схеме, тогда

$$C_B = \frac{1}{4 * 9.9 * 2500 \text{Гц}^2 * \sqrt{100 \text{кОм} * 100 \text{кОм} * 50 \text{нФ}}} = 451 \text{нФ} \quad (5)$$

Также можно использовать настраиваемый режекторный фильтр по схеме Роберта Пиза:

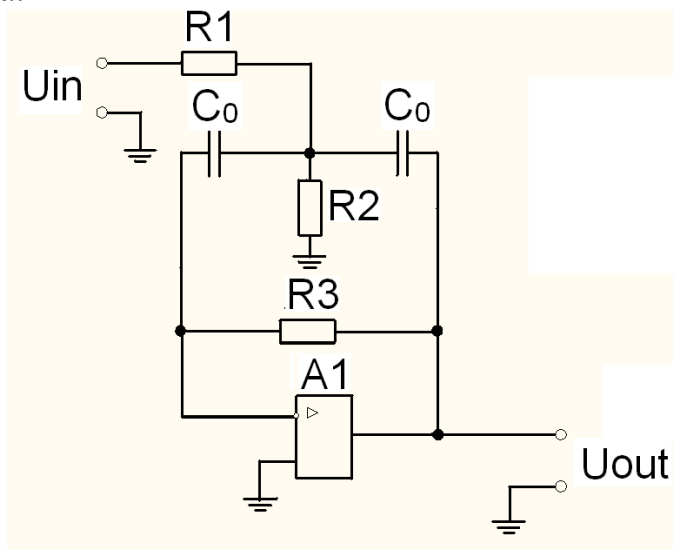


Рисунок 8 – Принципиальная схема режекторного фильтра Роберта Пиза

Частота режекции этого фильтра:

$$f = \frac{1}{2 * \pi * C_0 * \sqrt{R_1 R_2 R_3 / (R_1 + R_2)}} = 45 \text{нФ} \quad (6)$$

В современных высокопроизводительных цифровых системах управления реализация даже двух режекторных фильтров не является слишком ресурсозатратной задачей. Но в дешевых или в старых немодернизированных системах, где используется относительно устаревшие средства вычисления и управления, например 8-ми разрядные микроконтроллеры, такая задача может повлиять на производительность. Поэтому в данном случае можно использовать нижеприведенный алгоритм адаптивной фильтрации, который встраивается в основной цикл программы и подключает фильтр при обнаружении помехи. При этом на время работы фильтра могут быть отключены какие-либо сервисные функции, например часть интерфейса пользователя, для того, чтобы скомпенсировать просадку производительности.

Данный алгоритм наиболее хорошо подходит для систем, где установившийся процесс довольно-таки большой по времени по сравнению со временем переходных процессов (например, ЭП шахтных подъемных установок). В системах с частоменяющимся заданием (например, ЭП экскаваторов) этот алгоритм будет менее эффективен. Так, в нем (рисунок 9) происходит проверка прохода сигнала U_s (сигнала после сумматора) через 0. При первом проходе устанавливается флаг fl , также запускается таймер clk . При следующем проходе значение clk сравнивается с некоторым диапазоном фильтруемой частоты. Диапазон необходим в первую очередь из-за того, что сигнал U_s в установившемся режиме может быть несколько отличаться от нулевого значения. При попадании в данный диапазон сбрасывается fl , отключается таймер и устанавливается флаг включения фильтрации $flFiltr$,

который активирует в основном цикле программы алгоритм режекторного фильтра. Таким образом, довольно-таки малозатратный в плане производительности алгоритм может следить за наличием помех на входе системы и лишь при необходимости подключать фильтрацию. Отключение фильтрации можно производить многими путями. Если за системой достаточно часто следит дежурный персонал, то отключение можно производить по команде пользователя. В ином случае желательно поставить таймер, за время работы которого будет производиться фильтрация. По истечении времени при наличии помехи вышеприведенный алгоритм вновь подключит фильтрацию. При определенном количестве таких подключений система может расценивать помеху в качестве постоянной и включить постоянную фильтрацию.

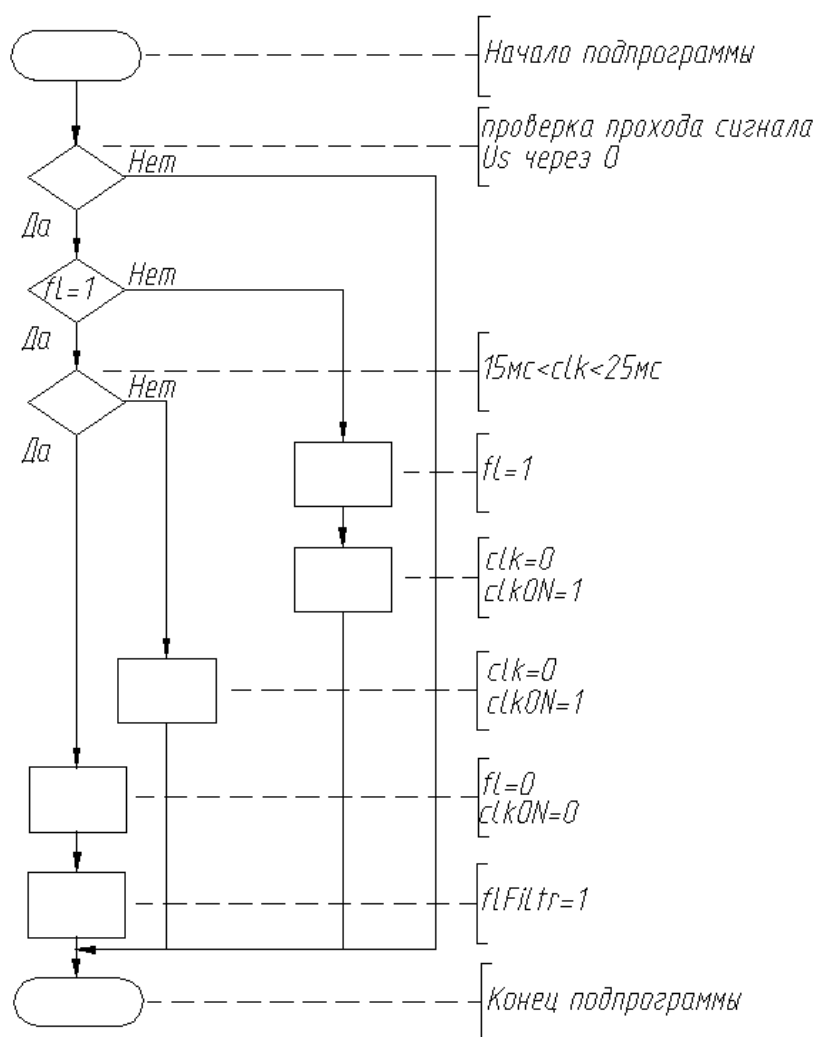


Рисунок 9 – Алгоритм адаптивной фильтрации

Таким образом, в данной работе показаны методы и пути решения ликвидации низкочастотных помех в системах управления электроприводами, которые хоть не так часто встречаются на практике как высокочастотные помехи, но тем не менее серьезно сказываются на работоспособности системы управления.

**ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ СПЕЦИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ЗАЩИТЫ НА ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКЕ
ОАО «ТЫРЕТСКИЙ СОЛЕРУДНИК»**

Модзелевский Д.Е.

Научный руководитель д.т.н., профессор Островляничик В.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Совершенствование современных средств управления электроприводами позволяет расширять функции устройств управления, касающиеся сбережения технологического оборудования, обеспечения оптимального расходования энергоресурсов, обеспечения автоматизации и удаленного управления, обеспечения всесторонней защиты механической и электрической частей электрооборудования.

Применение специальных технологических защит позволяет сократить время простоя, своевременно определить возникновение нештатной ситуации и обеспечить останов механизма.

Рассматриваемый объект – скиповая шахтная подъемная установка 2Ц5х2,8, выполняющая функции подъема соли. Глубина подъемного ствола 640 м. Подъемный сосуд (скип) на основном участке движется по гибким направляющим – четырем канатам, натянутым вдоль шахты подъемного ствола. Перед разгрузкой и загрузкой скип переходит на движение по жестким направляющим, позволяющим фиксировать положение скипа в момент разгрузки и загрузки.

В момент перехода с гибких направляющих на жесткие направляющие при сильном раскачивании скипа возможно непопадание в жесткие направляющие, что может привести к протаскиванию верхнего (поднимаемого на разгрузку) скипа по шахте подъема и его заклинивание. Работы по извлечению заклинившего скипа могут занять не одну смену, что связано с износом механики, долгим простоем всего шахтного комплекса в целом и серьезными финансовыми потерями. Непопадание в жесткие направляющие нижнего (спускаемого на загрузку) скипа приводит к зависанию на балке жесткой направляющей и свободному укладыванию подъемного каната в шахте ствола. Обратное вытягивание подъемного каната может привести к его зацеплению, а, следовательно, повреждению и даже обрыву.

Для определения и своевременного предупреждения рассмотренной ситуации предлагается ввести защиту, определяющую момент непопадание скипа в жесткие направляющие и обеспечивающую останов подъемной машины. Установка датчиков, контролирующих скип при заходе в жесткие направляющие, связана со следующими сложностями:

- большая запыленность и отложение соли на возможных контактных и бесконтактных устройствах в условиях соленой шахты,
- большая протяженность ствола для передачи сигналов от датчика,

- установка и обслуживание датчиков в сложно доступном месте ствола,
- раскачивание скипа возможно с большой амплитудой, что выведет из строя близко расположенный датчик при первой же аварийной ситуации.

Для анализа ситуации предлагается контролировать статический момент, прикладываемый к подъемной машине. В случае непопадания как верхнего, так и нижнего скипа в жесткие направляющие будет наблюдаться увеличение статического момента, определив который требуется остановить подъемную машину и предложить оператору исправить ситуацию.

Электропривод скиповой шахтной подъемной установки выполнен на основе тихоходного двигателя постоянного тока по системе тиристорный преобразователь – двигатель с реверсом поля двигателя. Реверсирование момента подъемного двигателя производится реверсированием тока обмотки возбуждения. Соединение двигателя и барабана подъемной машины осуществлено без использования редуктора.

Наличие зависимого управления полем значительно увеличивает сложность определения момента, развиваемого двигателем. Пользуясь следующей формулой

$$M_d = k\Phi I_{яц}, \quad (1)$$

где k – конструктивный коэффициент двигателя,

Φ – поток, развиваемый обмоткой возбуждения,

$I_{яц}$ – ток якорной цепи двигателя,

M_d – полный момент, развиваемый двигателем,

для определения полного момента двигателя необходимо знать не только величину тока якорной цепи $I_{яц}$, но величину потока Φ , который можно было бы измерить датчиком холла, либо определить косвенно, зная величину тока возбуждения $I_{вд}$. Зависимость $\Phi = f(I_{вд})$ нелинейная. Она определяется кривой намагничивания подъемного двигателя в статике, и присутствует отставание магнитного потока от тока возбуждения в динамике. Исследования показали, что для достижения требуемой точности определения момента требуется нелинейная модель, значительно усложняющая расчеты. Для упрощения расчетов принято решение определять момент двигателя только при полном потоке двигателя, когда ток возбуждения равен номинальному. Подобное допущение применимо, так как цикл подъема груженого скипа осуществляется при полном потоке двигателя за исключением моментов снижения скорости двигателя.

На рисунке 1 представлена структурная схема двигателя постоянного тока при постоянном потоке. Из структурной схемы видно, что статический ток, а при принятых допущениях и статический момент двигателя I_c можно определить как разность полного $I_{яц}$ и динамического $I_{дин}$ токов.

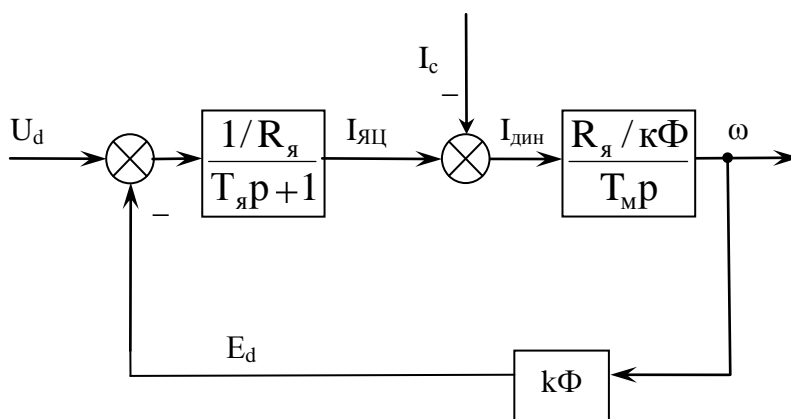


Рисунок 1 – Схема модели двигателя постоянного тока

Динамический ток может быть получен из модели двигателя, составленной согласно структурной схеме, изображенной на рисунке 1. Подавая на вход модели измеренное напряжение, прикладываемое к якорю двигателя, можно вычислить значение $I_{дин}$.

Настройка модели двигателя производилась по реальным осциллограммам, снятым с работающего привода. В качестве критерия настройки выбран минимум интегральной квадратичной оценки разности модельного и действительного токов якорной цепи. Настройка трех параметров модели – $R_я$, $T_я$ и $T_М$ – производилась методом покоординатного спуска и методом золотого сечения в пределах одной координаты.

На рисунке 2 представлена блочная схема алгоритма работы защиты. На протяжении работы электропривода совместно с расчетами системы автоматического регулирования производится расчет модели двигателя, на выходе которой вычисляется динамический ток. Следующий блок производит вычитание из полного тока $I_{яц}$, измеренного датчиком тока, ток $I_{дин}$ и также производит фильтрацию аномальных выбросов, получаемых в результате измерений.

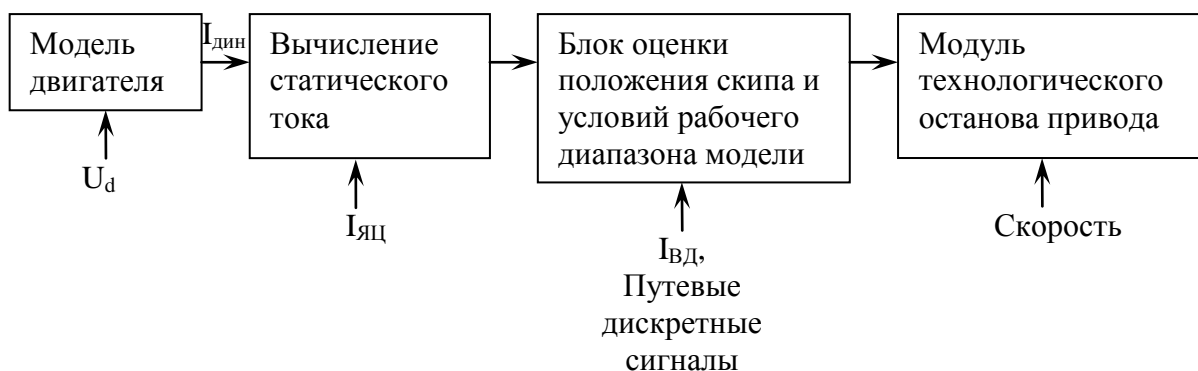


Рисунок 2 – Упрощенная блочная схема работы защиты

Оценка положения скипа производится по путевым сигналам, которые формируются системой технологической автоматики. При движении скипа сигналы задания скорости – начало ускорения, начало замедления, промежуточная скорость – поступают в строгой последовательности.

Анализируя её, можно определить положение скипа от точки начала замедления до точки захода скипа в жесткие и движения по жестким направляющим.

В этом же блоке происходит определение условия номинального потока возбуждения двигателя. Разрешение срабатывания защиты производится только при токе возбуждения двигателя равного номинальному. После определения перечисленных условий величина статического тока сравнивается с уставкой, равной допустимой величине статического тока на данном участке движения.

После определения ситуации «наброса» статического тока выдается сигнал предупреждения на пульт оператора и вступает в работу блок технологического останова привода. Этот блок формирует нулевое задание на систему автоматического регулирования для быстрой остановки подъемной машины и запрещения наложения предохранительного тормоза на скорости подъемной машины больше заданной уставки. При снижении скорости ниже уставки снимается готовность преобразователя и накладывается предохранительный тормоз. Подобный алгоритм снижает износ колодок системы торможения.

Опыт использования защиты показал, что применение жестко заданной уставки статического тока может приводить к ситуации, когда защита срабатывает не от зацепления скипа в стволе, а от перегруженного скипа. Увеличение же допустимой величины статического тока не позволяет определить ситуацию непопадания в жесткие направляющие при движении недогруженного скипа. Для устранения этого недостатка вводится алгоритм определения веса скипа и эквивалентного ему статического тока. Дальнейшее вычисление уставки статического производится относительно это значения.

Для фиксации статического тока скипа, эквивалентного его весу, подходит точка начала замедления. До этой точки скип движется равномерно с заданной максимальной скоростью. В момент получения сигнала начало замедления сохраняется текущее значение разности полного и динамического токов вплоть до конца цикла подъема. Защита, в таком случае, срабатывает при превышении текущего статического тока над зафиксированным статическим током на заданную уставку.

Предложенный алгоритм защиты реализован в цифровом устройстве автоматического управления электроприводом подъемной машины «ЦУАЭ ПМ», разработанного в НИИ АЭМ СибГИУ и внедрен на скиповой шахтной подъемной установке ОАО «Тыретский солерудник». Опыт эксплуатации показал, что защита срабатывает корректно и обеспечивает остановку подъемной машины в случае нештатной ситуации.

ОПИСАНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ В ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМАХ

Яскевич О.М.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Яскевич М.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

«В теории информации, как во многих областях науки, неточность и неопределенность обычно вводятся с помощью понятий и методов теории вероятностей...»[1 с. 37] в основе которой лежит понятие теории множеств.

Множество или совокупность объектов – основное понятие в математике. Многие, возможно большинство, человеческих знаний и связей с внешним миром включают такие построения, которые нельзя назвать множествами в классическом смысле. Их скорее следует считать «нечеткими множествами» (или подмножествами), т.е. классами с нечеткими границами, когда переход от принадлежности к непринадлежности происходит постепенно, не резко. По существу ставится под сомнение, что логика человеческого рассуждения основывается на двузначной логике, а на логике с нечеткими значениями истинности, нечеткими связками, и нечеткими правилами вывода.

Что означает слово «нечеткий» для математика? Это значит, что некий элемент принадлежит подмножеству, но только несколько неопределенным образом. Но, с другой стороны, мы знаем, что в математике есть только две приемлемые ситуации для элемента: он может быть, либо не быть элементом подмножества. Любая формальная область логики, в том числе булева алгебра, основана на этом: элемент принадлежит или не принадлежит подмножеству. Однако, часто оказывается, что проблема состоит в том, что объект может принадлежать множеству в большей или меньшей степени, а это и является основным понятием нечеткого подмножества.

Большинство вопросов, касающиеся нечеткой принадлежности объекта к конкретным множествам возникают не только в гуманитарных науках, но и в других естественнонаучных направлениях, а также в технических системах и технологических процессах. Как описать процесс, где все зависит от огромного множества параметров, либо зависит от параметров, которые нельзя непосредственно проконтролировать в каждый данный момент времени. Где все зависит, прежде всего, от косвенной информации, обобщения и способа обработки данных.

Встает вопрос о возможности применения данных принципов на компьютерах. Ответ утвердительный, но при использовании нового аппаратного и программного обеспечения. Становится все более очевидной необходимость того, чтобы диалог человека и машины происходил без посредничества формальных языков, или в форме упрощенного программирования.

Отметим еще одну деталь. Почему используется термин «нечеткое подмножество» вместо «нечеткое множество»? Объясняется это тем, что

множество остается обычным множеством, т.е. таким, каким оно определяется в современной математике – совокупностью четко определенных объектов, и только подмножества будут нечеткими.

Традиционную теорию четких множеств можно рассматривать как частный случай теории нечетких подмножеств [1, 2, 3].

Разберем основные понятия:

1. Понятие **принадлежности**: Пусть E – есть множество, A – подмножество E : $A \subset E$; если элемент x принадлежит подмножеству A , то $x \in A$.

Для выражения этой принадлежности можно использовать и другое понятие – характеристическую функцию $\mu_A(x) = \begin{cases} 1, x \in A \\ 0, x \notin A \end{cases}$.

2. **Включение**. Пусть E – есть множество, A, B – два нечетких подмножества E ; говорить, что A содержится в B если $\forall x \in E: \mu_A(x) \leq \mu_B(x)$, и обозначается $A \subset B$.

Например: $A = \{(x_1|0,4), (x_2|0,2), (x_3|0), (x_4|1)\}$.

$B = \{(x_1|0,3), (x_2|0), (x_3|0), (x_4|0,4)\}$.

$0,4 > 0,3$; $0,2 > 0$; $0 = 0$; $1 > 0,4$.

3. **Дополнение**. Пусть E – есть множество, A, B – два нечетких подмножества E ; говорить, что A и B дополняют друг друга, если $\forall x \in E: \mu_B(x) = 1 - \mu_A(x)$, и обозначается $B = \bar{A}$, очевидно, что $\overline{(\bar{A})} = A$

Например: $A = \{(x_1|0,4), (x_2|0,2), (x_3|0), (x_4|1)\}$.

$B = \bar{A}$

$B = \{(x_1|0,6), (x_2|0,8), (x_3|1), (x_4|0)\}$.

4. **Пересечение**. Пусть E – есть множество, A, B – два нечетких подмножества E ; пересечение $A \cap B$ определяют как наибольшее нечеткое подмножество, содержащееся в A и B ; $\forall x \in E: \mu_{A \cap B}(x) = \text{MIN}(\mu_B(x), \mu_A(x))$.

Например: $A = \{(x_1|0,2), (x_2|0,7), (x_3|1), (x_4|0), (x_5|0,5)\}$.

$B = \{(x_1|0,5), (x_2|0,3), (x_3|1), (x_4|0,1), (x_5|0,5)\}$.

$A \cap B = \{(x_1|0,2), (x_2|0,3), (x_3|1), (x_4|0), (x_5|0,5)\}$.

5. **Объединение**. Пусть E – есть множество, A, B – два нечетких подмножества E ; объединение $A \cup B$ определяют как наименьшее нечеткое подмножество, содержащееся в A и B ; $\forall x \in E: \mu_{A \cup B}(x) = \text{MAX}(\mu_B(x), \mu_A(x))$.

Например: $A = \{(x_1|0,2), (x_2|0,7), (x_3|1), (x_4|0), (x_5|0,5)\}$.

$B = \{(x_1|0,5), (x_2|0,3), (x_3|1), (x_4|0,1), (x_5|0,5)\}$.

$A \cup B = \{(x_1|0,5), (x_2|0,7), (x_3|1), (x_4|0,1), (x_5|0,5)\}$ [3 с.15-23].

Пример применения нечеткой логики можно проиллюстрировать на таком сложном и закрытом технологическом процессе как доменный процесс (ДП). Основная проблема в данном процессе – восстановление железа из оксидов железа происходит только в среде полного отсутствия свободного

кислорода из окружающей среды, и необходимостью поддержания высокой температуры в горне печи (до 3000°C), при которой установка каких-либо датчиков непосредственно контролирующего тепловое состояние процесса невозможно. Вследствие этой основной посылки процесс максимально изолирован и мы имеем непосредственный контроль параметров только на входе системы (при загрузке агломерата и шихты) и на выходе (при получении готового продукта – чугуна и шлака). Параметры же самого процесса измеряются косвенно. Одним из таких сигналов служит электрический сигнал, снимаемый с кожуха печи на уровне её горна. Сигнал отслеживает наполнение горна доменной печи продуктами плавки. Этот сигнал соответствует уровню раздела сред чугун-шлак, и получил вследствие этого название сигнала уровня расплава (УР). При анализе сигнала УР можно получить именно характер изменения теплового состояния доменной печи, а не просто относительного и усредненного теплового состояния, который соответствует характеру изменения процесса восстановления железа (он пропорционален содержанию кремния в расплаве). [4;5;6;7]

При анализе сигнала можно выделить две основные характерные его составляющие: первую производную сигнала, отвечающую за экстремальные значения сигнала УР, и вторую производную, отвечающую за выпуклость и вогнутость кривой УР. Остановимся подробнее на второй производной функции.

Выпуклость и вогнутость функции можно определить с помощью разности средних значений, взятых по времени и относительному перепаду значений сигнала УР.

$$\Delta = U_{i(t)cp} - \frac{U_{i+1} + U_{i-1}}{2}$$

абсолютная по значению разница сигнала УР между

средним значением по времени и средним значением по абсолютному перепаду, если $\Delta > 0$, то кривая выпуклая, если $\Delta < 0$, то вогнутая.

Теперь определим степень выпуклости (вогнутости):
$$\frac{U_{i(t)cp}}{\frac{U_{i+1} + U_{i-1}}{2}} = k_B.$$

При $k_{\text{вып}}=1$ степень выпуклости стремится к 0, присвоим этому значению степень принадлежности $\mu_{\text{квып}}=1$; практические значения показывают, что в пределе бывает больше 2 не часто, по этому примем максимальное значение $k_{\text{вып}}=2$. и присвоим ему степень принадлежности $\mu_{\text{квып}}=0$.

Определимся с вогнутостью. Здесь при $k_{\text{вог}}=1$ степень вогнутости стремится к 0, тогда, присвоим аналогичное значение $\mu_{\text{квог}}=1$, аналогично исходя из практических показаний примем критическое значение $k_{\text{вог}}=1$, и присвоим степень принадлежности $\mu_{\text{квог}}=0$.

В процессе работы доменной печи можно выделить три типа изменения сигнала УР:

1 ТИП соответствует ровному ходу доменной печи, значения степени принадлежности находятся в пределах $\mu=[0,85; 1]$ как для выпуклости так и для вогнутости. Соответствует более 60% всех циклов наполнение/выпуск.

2 ТИП характеризуется повышенной выпуклостью значения степени

принадлежности к данному типу находятся в пределе $\mu=[0,55; 0]$ для выпуклости (очень выпуклый).

3 ТИП характеризуется нелинейностью протекания процесса, время открытия летки трудно определить автоматически по диаграмме сигнала УР. значения степени принадлежности здесь в пределе $\mu=[0,55; 0]$ для вогнутости (очень вогнутый).

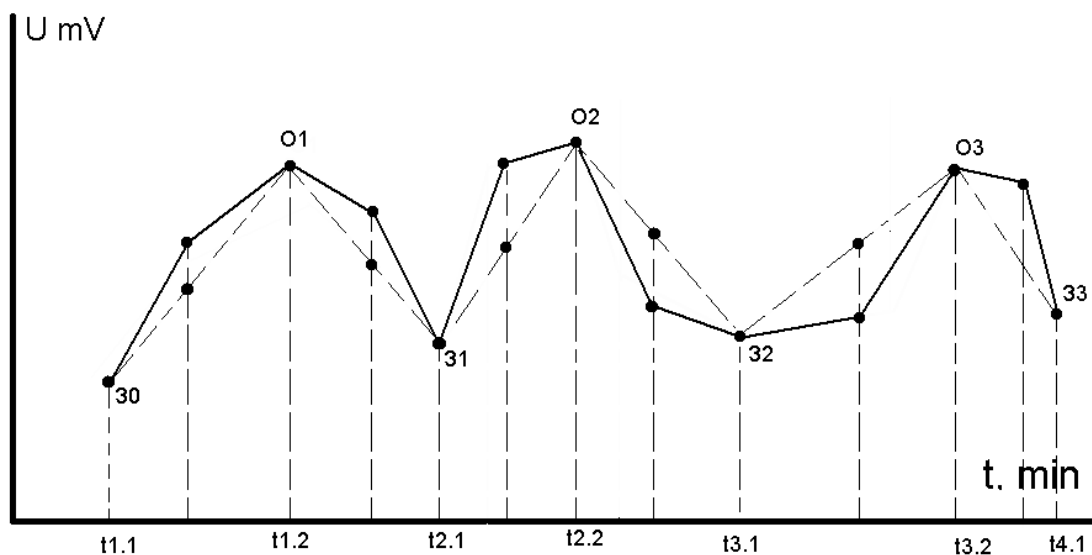


Рисунок 1 – Диаграмма сигнала УР с характерными точками при наполнении и выпуске

Сигнал контролируется постоянно, первая и вторая производные вычисляются на основе стандартного математического аппарата программируемых микропроцессорных микроконтроллеров, с помощью которого может быть выделен относительный коэффициент выпуклости, который в нашем случае изменяется от 0 до 2, а в терминах нечеткой логики будет иметь вид:

Для периода времени $t_{1.1} t_{1.2}$; $k_B = 1,2$, то $\mu_{кв}(t) = 0,8$ выпуклости; следовательно выпуклость кривой можно выделить как «немного выпуклая», что соответствует ТИП 1.

Для периода времени $t_{2.1} t_{2.2}$; $k_B = 1,6$, то $\mu_{кв}(t) = 0,4$ выпуклости; следовательно выпуклость кривой можно выделить как «очень выпуклая», что соответствует ТИП 2.

Для периода времени $t_{3.1} t_{3.2}$; $k_B = 0,4$, то $\mu_{кв}(t) = 0,4$ вогнутости; следовательно вогнутость кривой можно выделить как «очень вогнутая», что соответствует ТИП 3.

Рассмотренный анализ не дает полной картины описания такого сложного процесса, т.к. для более точного его описания параметров необходимо рассмотреть дополнительные переменные, связав их между собой, и получив полную картину плавки чугуна. Но при прочих равных условиях данный алгоритм можно использовать для автоматического экспресс анализа характера протекания процесса.

Таким образом, могут быть описаны все переменные и параметры относящиеся к разряду нечетко определяемых не только для данного процесса,

но и для других явлений имеющих элементы закрытости или неявного определяемых параметров контроля и диагностики. При этом создается возможность комплексного анализа всего множества нечетких подмножеств по законам описанным выше, с итоговым получением конечных операций над рассматриваемыми подмножествами. Данные операции могут быть использованы для дальнейшей дефазификации полученных функций с целью выработки «решений», необходимых для управляющих воздействий.

Библиографический список

1. Заде Л.А. Тени нечетких множеств. - Проблемы передачи информации. - 1966, том II, вып. 1, с. 37 – 44
2. Заде Л.А. Роль мягких вычислений и нечеткой логики в понимании, конструировании и развитии информационных/интеллектуальных систем. - Новости Искусственного Интеллекта, №2-3, 2001, с. 7 - 11.
3. Кофман А. Введение в теорию нечетких множеств: Пер. с франц. – М.: Радио и связь, 1982. – 432 с.
4. Фирстов В.Г., Яскевич М.М. Электрический метод экспресс-диагностики химического состава чугуна в доменной печи. Труды V международной научно-прак конференции «Фундаментальные и прикладные проблемы приборостроения, информатики, экономики и права» в кн. Приборостроение дополнение, М. 2002., ,–С.117–120.
5. Яскевич М.М. Диагностика химического состава чугуна в доменной печи. М., Приборостроение, Приборы+ автоматизация. 2003.,–№1.–С.43–46.
6. Яскевич М.М. Метод диагностики теплового состояния доменной печи по сигналу «уровень расплава». М., Машиностроение Контроль. Диагностика. 2002., –№1., –С.32–36.
7. Яскевич М.М. Метод обработки тонкой структуры параметра диагностики. М., Машиностроение Контроль. Диагностика. –2003., –№3., – С.32–36.

ПОДСИСТЕМА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ КООРДИНАТ ТОЧЕК НА ОСНОВЕ ПЗС-МАТРИЦ

Малахова Е.И., Фёдоров А.В.

Научный руководитель: Стексов А.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Пространственное ориентирование независимо расположенных конструктивных элементов относится к одной из задач автоматизации промышленных установок, сопряженных с подсистемой определения координат базовых точек на элементах, подлежащих непосредственному совмещению либо заданному относительному размещению.

Применение таких систем наиболее целесообразно в условиях, исключающих присутствие человека вблизи технологической установки по ПТБ и ПТЭ либо ТУ.

Ниже решается задача определения координат в прямоугольной системе распознаваемых на экране дисплея точек отображаемых изделий, либо задаваемых точечным курсором с последующей их фиксацией с помощью двух оптических фокусирующих изображение на ПЗС-матрицы объективов и последующей дисплейной визуализацией.

Для восстановления трехмерной модели объекта по изображению с нескольких камер чаще всего используют модель камеры-обскуры (pinhole camera). Камера-обскура (рисунок 1) представляет собой светонепроницаемый ящик, в центре одной из стенок которого «проколото» маленькое отверстие (в идеале это должна быть геометрическая точка, имеющая бесконечно малый размер, отсюда и название этого прибора на английском языке - pinhole camera, т.е. камера с отверстием, проколотым иглой). На внутренней стороне противоположной стенки ящика закреплена фоточувствительная пластина. Камера имеет единственный внутренний параметр – фокусное расстояние f , это расстояние от отверстия, до противоположной стенки ящика.

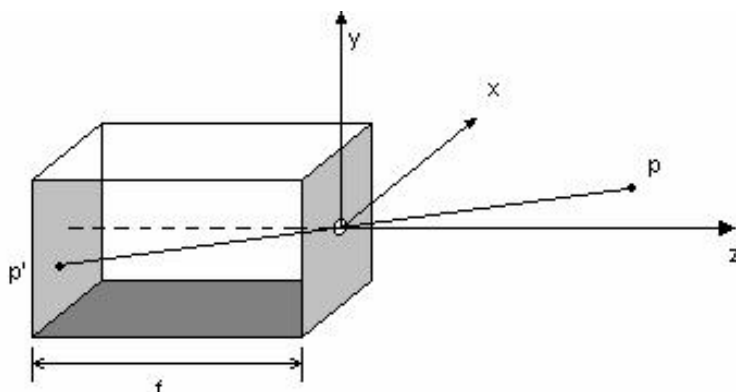


Рисунок 1 – Камера-обскура

При моделировании камеры-обскуры светонепроницаемый ящик

заменяют системой «точка наблюдения – плоскость изображения» (рисунок 2).

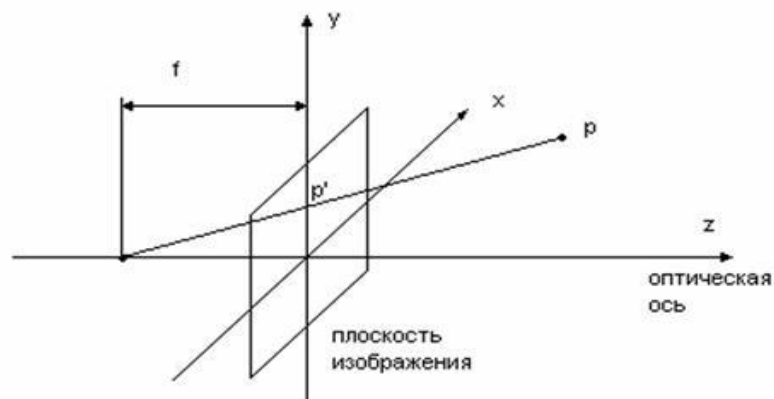


Рисунок 2 – Система «точка наблюдения – плоскость изображения»

Между координатами точки $P(X, Y, Z)$ в пространстве сцены и точкой (x, y) в плоскости изображения камеры-обскуры существует следующее соотношение:

$$x = f * X / Z$$

$$y = f * Y / Z \text{ где } f \text{ – фокусное расстояние камеры.}$$

Оцифрованное изображение хранится в буфере кадра, который можно рассматривать как матрицу пикселей размером $W \times H$.

Калибровка камер - это процесс соотнесения идеальной математической модели камеры с конкретным физическим устройством, а также определение ориентации и расположения камеры в системе координат сцены.

В зависимости от используемой математической модели камеры параметры, которые необходимо определить, различны. В нашем случае при использовании модели камеры-обскуры все параметры, которые необходимо определить, можно разделить на две категории:

-Внутренние параметры: внутренняя геометрия и оптические характеристики линз, параметры устройства отображения.

-Внешние параметры: ориентация и расположение камеры в системе координат сцены.

Таким образом, процесс калибровки камер можно разделить на два этапа:

-внутренняя калибровка.

-внешняя калибровка.

Внутренняя калибровка – установление зависимости между внешними размерами шаблона-маски и его образом на матрице камеры. Следует отметить, что калибровка искажений линз камер довольно сложная математическая задача, которая под силу далеко не каждому предприятию выполняющему фотометрические работы. Существует довольно много методов ее решения (обратная фотограмметрическая засечка, решение замкнутых форм, полная нелинейная оптимизация). Как правило, калибровка камер производится на испытательных полигонах, и занимает время от двух дней до месяца.

Внешняя калибровка камер - определение ориентации и положения камеры в координатах пространства сцены. Эти данные необходимы

впоследствии для корректного вычисления пространственного положения маркеров. Так как перед каждым сеансом работы камеры могут быть установлены в разных точках сцены, данные параметры необходимо каждый раз определять заново.

Рассмотрим систему автоматизированного совмещения проецируемого фотошаблона по двум перекрестиям на этапах фотолитографии изготовления микросхем. Для определения координат перекрестий точечный курсор поочередно фиксируется на пересечениях с отчетом их координат. Исходное положение меток на пластине Si (T1;T2) показано на рисунке 3.

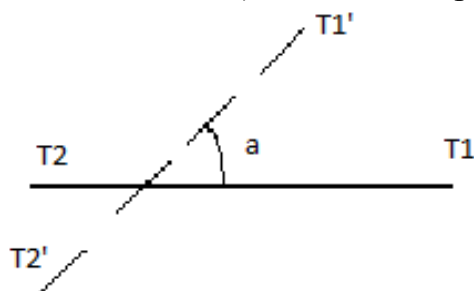


Рисунок 3 – Исходное положение меток на пластине Si (T1;T2) проецируемом фотошаблоне (T1';T2')

Несовпадение меток обусловлено поворотом пластины кристалла относительно шаблона на угол α и смещения на расстоянии a в продольном и поперечном направлениях.

Для системы координат с осью x , направленной вдоль отрезка T1, T2 и началом координат в его центре, координаты точек T1' (\overline{X}_1' , \overline{Y}_1') и T2 (\overline{X}_2' , \overline{Y}_2') можно записать так:

$$\begin{aligned} \overline{X}_1' &= \overline{X}_1 \cos \alpha + a, \\ \overline{X}_2' &= -\overline{X}_1 \cos \alpha + a, \\ \overline{Y}_1' &= \overline{X}_1 \sin \alpha + b, \\ \overline{Y}_2' &= -\overline{X}_1 \sin \alpha + b. \end{aligned}$$

Из уравнений состояний (1) и (2) следует

$$\begin{aligned} a &= \frac{\overline{X}_1' + \overline{X}_2'}{2}, \\ b &= \frac{\overline{Y}_1' + \overline{Y}_2'}{2}, \end{aligned}$$

которые положены в основу алгоритма расчета угла поворота и смещений фотошаблона в произвольной прямоугольной системе координат в пространстве, формируемой МП-системой с помощью ПЗС-матриц в соответствии со стандартными преобразованиями:

$$\cos \alpha = \frac{(ll' + mm' + nn')}{\sqrt{(l^2 + m^2 + n^2)(l'^2 + m'^2 + n'^2)}};$$

$$\overline{X}_i' = \sqrt{L_i^2 + M_i^2 + N_i^2};$$

$$\overline{Y}_i' = \sqrt{\frac{(L_i m - M_i l)^2 + (M_i n - N_i m)^2 + (N_i l - L_i n)^2}{(l^2 + m^2 + n^2)}}$$

где $l=(X_2-X_1)$, $m=(Y_2-Y_1)$, $n=(Z_2-Z_1)$, $l'=(X_2'-X_1')$,
 $m'=(Y_2'-Y_1')$, $n'=(Z_2'-Z_1')$, $L_i=(X_i'-X_i)$, $M_i=(Y_i'-Y_i)$, $N_i=(Z_i'-Z_i)$, $i=1,2$.

Эти соотношения являются исходными для расчета заданий электроприводам отработки угла поворота, продольного и поперечного перемещения.

УДК 681.326

ИССЛЕДОВАНИЕ ИНТЕГРАЛЬНОГО НАСЫЩЕНИЯ В ПИД (ПИ) – РЕГУЛЯТОРАХ

Шатура А.О., Малахова Е.И.

Научный руководитель: профессор Кунин П.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Интегральное насыщение возникает в линейных ПИД (ПИ) - регуляторах. Это длительное отклонение выходного сигнала за пределы диапазона управляемой переменной. Так же этот эффект можно назвать, как «интегральное накопление», поскольку он наблюдается тогда, когда в течение длительного времени регулятор компенсирует ошибку, лежащую за пределами диапазона управляемой переменной. Так как выход регулятора ограничен, ошибку сложно свести к нулю.

Интегральное накопление приводит к затягиванию переходного процесса и является отрицательным эффектом, так как еще может привести к большому перерегулированию. Чаще всего, интегральное насыщение является результатом нелинейностей в системе.

Проще всего это реализовать на цифровых ПИД-регуляторах. В них интегрального насыщения можно избежать следующим способом: интегральную часть настроить на каждом интервале выборки так, чтобы выходной сигнал регулятора не превышал определенного предела. Полученный сигнал сначала вычисляется с помощью алгоритма, как для ПИ-регулятора, а затем проверяется, не превышает ли он установленные пределы.

$$U=U_{\min}, \text{ если } U_d < U_{\min},$$

$$U=U_d, \text{ если } U_{\min} < U_d < U_{\max},$$

$$U=U_{\max}, \text{ если } U_d > U_{\max},$$

где U_d – выходной сигнал, вычисленный как для ПИ-регулятора, U – принимаемый выходной сигнал пропорционально-интегральной части.

После ограничения выходного сигнала интегральная часть регулятора

сбрасывается. Ниже приведен пример программы ПИ-регулятора с защитой от насыщения, написанный на языке СИ:

```
(*инициализация*)
c1:=k*h/Ti
...
(*регулятор*)
...
e:=uc-y;
Ipart:=Ipart+c1*e;
ud:=k*e+Ipart;          (*вычисление сигнала управления*)
if (ud<umin) then u:=umin  (*функция ограничения*)
else if (ud>umax) then u:=ud
    else ud:=umax;
Ipart:=u-k*e;          (*антинасыщающая поправка интегральной части*)
...

```

По-нашему мнению, в этот метод можно улучшить. Если можно ограничить выходной сигнал от насыщения, то почему нельзя ограничить и промежуточные переменные состояния? Следует ограничить не только выходной сигнал интегральной части регулятора, но и дифференциальной, и пропорциональной и, вообще, все переменные состояния. В этом случае, сумма этих трех составляющих на выходе даст такой сигнал, который не будет выходить за допустимые пределы.

Рассмотрим этот метод на примере аналогового регулятора тока и скорости, передаточная функция которого имеет вид:

$$\frac{Y(p)}{U(p)} = \frac{b_n p^n + b_{n-1} p^{n-1} + \dots + b_2 p^2 + b_1 p + b_0}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_2 p^2 + a_1 p} \quad (1)$$

Чтобы запрограммировать эту передаточную функцию, нужно выполнить дискретизацию, преобразовав передаточную функцию в систему дифференциальных уравнений первого порядка и перейдя к приращениям. В результате получим следующую систему разностных уравнений в переменных состояния:

$$\begin{aligned} X_{1(k)} &= X_{1(k-1)} + \Delta t X_{2(k-1)}, \\ X_{2(k)} &= X_{2(k-1)} + \Delta t X_{3(k-1)}, \\ X_{3(k)} &= X_{3(k-1)} + \Delta t X_{4(k-1)}, \\ &\dots \\ X_{(n-1)(k)} &= X_{(n-1)(k-1)} + \Delta t X_{n(k-1)}, \\ X_{n(k)} &= \left(1 - \frac{a_{n-1}}{a_n} \Delta t\right) X_{n(k-1)} + \left(-\frac{a_{n-2}}{a_n} X_{(n-1)(k-1)} - \dots - \frac{a_1}{a_n} X_{2(k-1)} - \frac{a_0}{a_n} X_{1(k-1)} + \frac{1}{a_n} U\right) \Delta t, \\ Y &= b_n X_{nk} + b_{n-1} X_n + b_{n-2} X_{n-1} + \dots + b_1 X_2 + b_0 X_1. \end{aligned} \quad (2)$$

Уравнение (2) связывает выходной сигнал регулятора с переменными

состояния X_i . Выходной сигнал регулятора тока Y должен быть ограничен. Если ограничить только выходной сигнал регулятора:

$$Y_{\text{ТЕК}} = Y_{\text{МАХ}}, \text{ если } Y_{\text{ТЕК}} > Y_{\text{МАХ}},$$

где $Y_{\text{ТЕК}}$, $Y_{\text{МАХ}}$ – соответственно текущее и максимальное значения выходного сигнала регулятора, то все равно будет происходить накопление сигнала. Это связано с тем, что выходной сигнал Y (см. ур-е 2) представляет собой сумму переменных состояния X_i с весовыми коэффициентами b_i , а эти слагаемые продолжают расти до тех пор, пока сигнал задания на входе регулятора не станет равен сигналу обратной связи. В результате равенство (2) нарушается, и становится следующим неравенством:

$$Y < b_n X_{nk} + b_{n-1} X_n + b_{n-2} X_{n-1} + \dots + b_1 X_2 + b_0 X_1. \quad (3)$$

Чтобы исключить накопление сигнала, необходимо ограничить все переменные состояния, выполнить следующий алгоритм:

$$X_{nk} = X_{nk,п}, X_n = X_{np}, X_{n-1} = X_{n-1,п} \dots X_1 = X_{1,п}, \text{ если } Y_{\text{ТЕК}} > Y_{\text{МАХ}},$$

где $X_{nk,п}$, X_{np} , $X_{n-1,п}$, ... $X_{1,п}$ – значения переменных состояния на предыдущем интервале дискретизации.

На рисунке 1 показаны две кривые: 1 – без накопления сигнала, 2 – с накоплением. Из рисунка видно, что время разгона привода от нулевого значения до максимального у первой кривой составляет 0.06 (с), а у второй – 0.2 (с), причем имеет место перерегулирование в 50%.

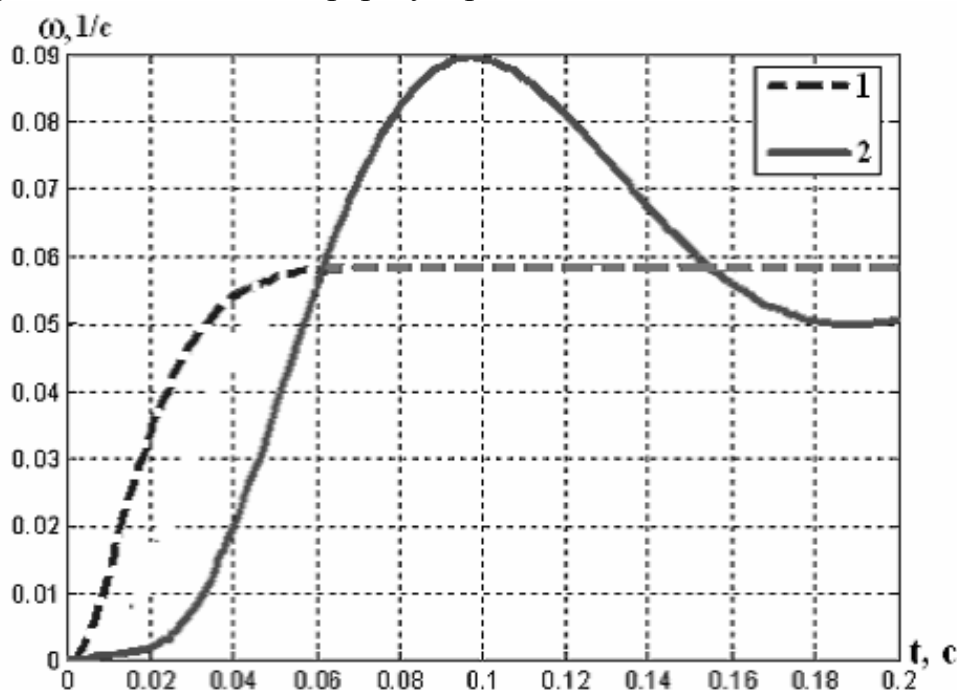


Рисунок 1 – Накопление сигнала регулятора и его устранение

Так же можно применить другие методы устранения интегрального насыщения как:

1) Ограничение скорости нарастания выходного воздействия.

Поскольку максимальное значение входного воздействия на объект управления снижается с уменьшением отклонения выходного сигнала, то для устранения эффекта насыщения можно просто снизить скорость нарастания сигнала, например с помощью фильтра. Недостатком такого способа является снижение быстродействия системы, а так же невозможность устранить интегральное насыщение, вызванное внешними возмущениями.

2) Алгоритмический запрет интегрирования.

Когда управляющее воздействие на объект достигает насыщения, и обратная связь разрывается, но интегральная составляющая продолжает расти, хотя при отсутствии насыщения она должна была бы падать. Поэтому один из методов устранения интегрального насыщения состоит в том, чтобы контроллер следил за величиной управляющего воздействия на объект. Как только оно достигает насыщения, контроллер вводит программный запрет интегрирования для интегральной составляющей.

3) Компенсация насыщения дополнительной обратной связью.

Эффект интегрального насыщения можно ослабить, если отслеживать состояние исполнительного устройства, входящего в насыщение. В случае насыщения на вход интегратора подается компенсирующий сигнал (рисунок 2).

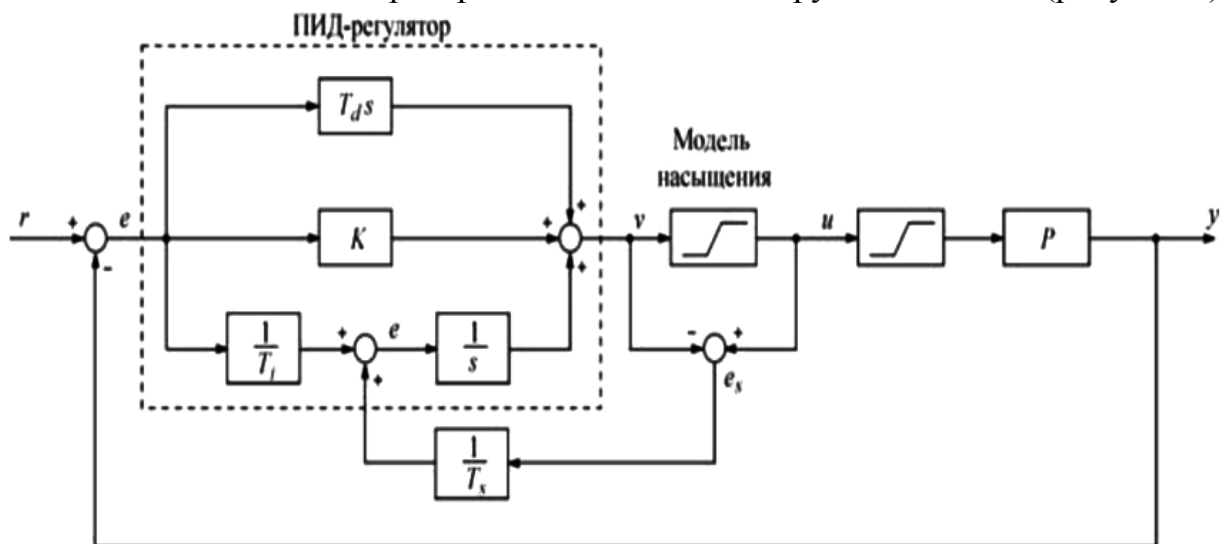


Рисунок 2 – Компенсация эффекта интегрального насыщения с помощью дополнительной обратной связи для передачи сигнала ошибки e_s на вход интегратора

Принцип работы заключается в следующем. В системе вырабатывается сигнал рассогласования между входом и выходом исполнительного устройства (модель насыщения). Сигнал на выходе исполнительного устройства либо измеряют, либо вычисляют. Если $e_s=0$, это эквивалентно отсутствию компенсатора и получается обычный ПИД-регулятор. Если же исполнительное устройство входит в насыщение, то $v>u$ и $e_s<0$. При этом сигнал на входе интегратора уменьшается на величину ошибки e_s , что приводит к замедлению роста сигнала на выходе интегратора, уменьшению сигнала рассогласования и величины выброса на переходной характеристике системы (рисунок 3). Постоянная времени T_s определяет степень сигнала рассогласования.

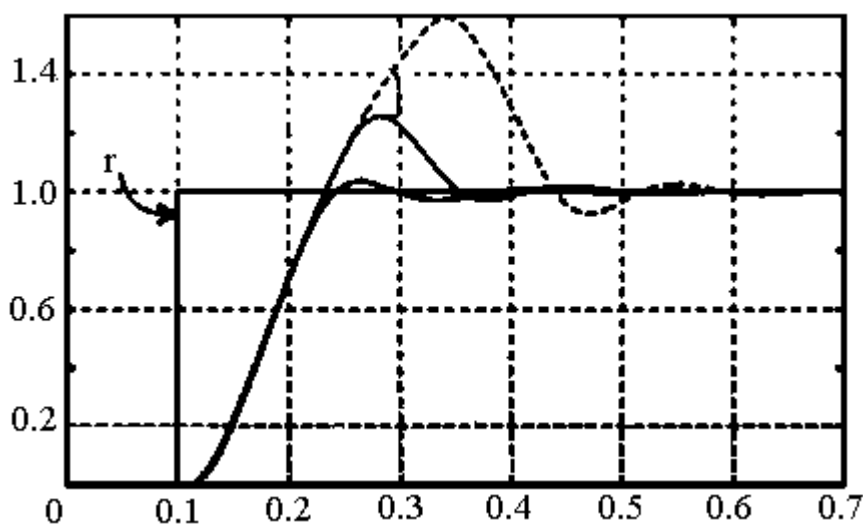


Рисунок 3 – Переходные характеристики

В некоторых регуляторах вход u устройства сравнения e_s выделяют как отдельный вход – «вход слежения», что удобно для построения сложных систем управления.

4) Условное интегрирование.

Этот способ является модернизацией метода алгоритмического запрета интегрирования. После наступления запрета интегральная составляющая остается постоянной, на том же уровне который она имела в момент появления запрета интегрирования. Модернизация состоит в том, что запрет интегрирования наступает не только в момент насыщения, но и при некоторых других условиях.

Таким условием может быть, например, достижение сигналом ошибки некоторого заданного значения. При выключении процесса интегрирования нужно следить, в каком состоянии в этот момент находится интегратор. Если он накладывает ошибку и степень насыщения возрастает, то интегрирование выключают. Если же в момент выключения степень насыщения понижается, то интегратор остается включенным.

5) Интегратор с ограничением.

Схему про вариант реализации ПИ-регулятора с помощью регулятора в цепи обратной связи можно дополнить ограничителем (рисунок 4).

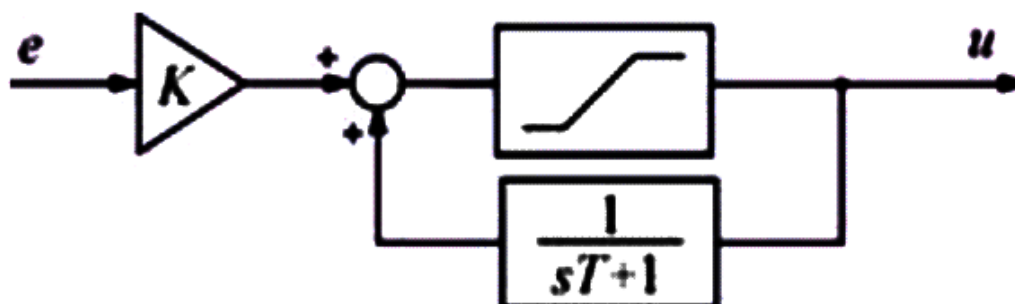


Рисунок 4 – Модификация интегратора с ограничителем

В этом случае сигнал u никогда не выйдет за границы, установленные

порогом ограничителя, что уменьшает выброс на переходной характеристике системы. Модель эффекта ограничителя можно улучшить, если после превышения уровня, при котором наступает ограничение, уменьшить сигнал на выходе модели. Это ускоряет выход системы из режима насыщения.

УДК 622.6

ТЕПЛОВЫЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ СВЕТОДИОДНЫХ МАТРИЦ

Воропаев М. В., Корякин В. Н., Хотненко Ю. А., Чугулин М.Ю.
Научный руководитель: Каримбаев Д. Д.

*Научно исследовательский институт полупроводниковых приборов
 Томский государственный университет
 г. Томск*

В настоящее время человечество начало переходить на энергосберегающие источники освещения. Одни из этих источников являются светодиодные матрицы – гибридное соединение светоизлучающих кристаллов. СИД матрицы имеют большое преимущество над лампами накаливания и газоразрядными лампами по освещению, потреблению энергии, сроку службы (срок службы СД более 100000 часов остальные источники излучения от 2000 до 32000 часов).

В таблице 1 приведены значения светотдачи различных источников излучения [3, С. 345].

Таблица 1 – Значения светотдачи различных источников излучения

Лампа накаливания	15-20 Лм/Вт
Кварцевые галогенная лампа	20-25 Лм/Вт
Флуоресцентные лампы	50-80 Лм/Вт
Ртутная лампа	50-60 Лм/Вт
Метало галогенная лампа	80-125 Лм/Вт
Натриевая лампа высокого давления	100-140
СИД	До 150 Лм/Вт и это ещё не предел

При протекании большого тока в полупроводнике увеличивается температура в матрице, что приводит к падению интенсивности. Это явление происходит из-за:

1. безызлучательной рекомбинации через глубокие примесные уровни,
2. рекомбинации на поверхности,
3. потери носителей в барьерных слоях гетероструктур.

Температурная зависимость интенсивности светодиодов вблизи комнатных температур описывается уравнением (1)

$$I=I_{300K}\exp[-(T-300K)/ T_1] \quad (1)$$

где T_1 – характеристическая температура конкретного светодиода, а I_{300K} – интенсивность СИДа при 300К[3].

Помимо того, что у нас падает интенсивность с ростом температуры, у нас ещё уменьшается пороговое напряжение.

$$V_{\text{пор}} = eE_g = \hbar\omega \quad (2)$$

Где $V_{\text{пор}}$ - пороговое напряжение, e - элементарный заряд, E_g – ширина запрещённой зоны. На рисунке 1 [3, С. 95] представлен процесс излучательной рекомбинации, подтверждающий формулу (2) Благодаря свойству вольтамперных характеристик можно определить тепловое сопротивление светодиодной матрицы [3, С. 125-136].

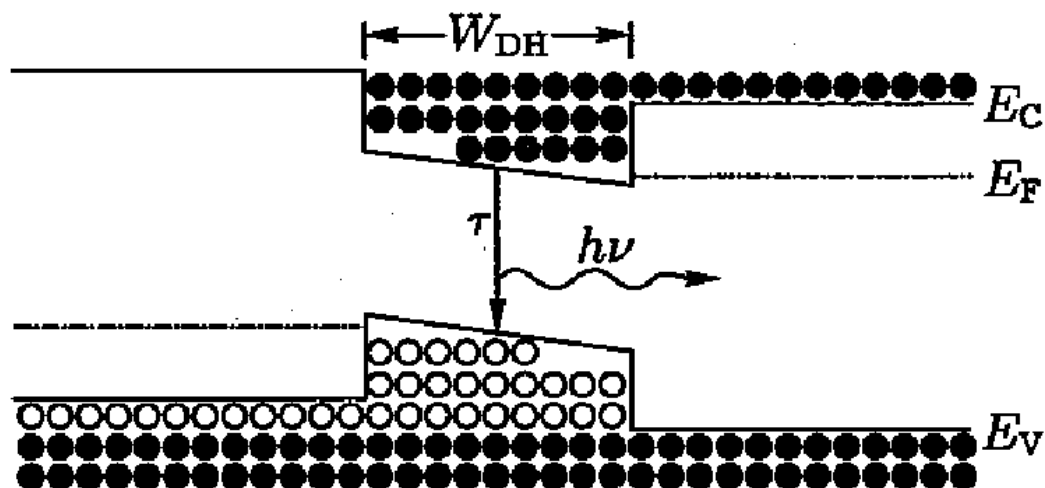


Рисунок 1 – Излучательная рекомбинация в двойной гетероструктуре

Для улучшения светоотдачи необходимо:

1. понизить тепловое сопротивление (отношение разности температур р-п перехода с температурой корпуса к электрической мощности),
2. установить систему охлаждения (теплоотвод).

В связи с этим были проведены расчёты теплового поля и расчёты теплового сопротивления с естественной конвекцией воздуха $3\text{Вт}/(^{\circ}\text{C м}^2)$ [2, С.17]. Расчёт проводился в программе ANSYS [1]. При проведении расчётов теплового поля мы получили результаты распределения температур на дюралюминиевой подложке. Максимальная температура в центре матрицы составляет 81.87°C , по краю металлизации температура не более 71°C , нижняя часть кристалла нагревается до 77.6°C , активная область кристаллов, температура радиатора 63.07°C . Матрица на подложке нитрида алюминия имеет максимальную температуру в центре 77.23°C , по краю металлизации температура не более 70°C , нижняя часть кристалла нагревается до 75.6°C ., а температуру радиатора 63.07 что показывает её превосходства над матрицей изготовленной на дюралюминиевой подложке. По этим распределениям температур было рассчитано тепловое сопротивление на AlN подложке $R_t=1.02$ и на дюралюминиевой подложке $R_t=1.35$.

Кроме расчётов был проведен эксперимент для определения теплового сопротивления. При проведении эксперимента получили результаты: 1. R_t матрицы на AlN подложке составляет $1.04^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$. 2. на дюралюминиевой

подложке покрытой полиимидом $1,57 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$. В настоящее время используют стандартные светодиодные сборки для изготовления полупроводниковых ламп (тепловое сопротивление такой лампы состоявшей из 36 светодиодов составляет $3,47 \text{ }^\circ\text{C}/\text{Вт}$).

Помимо измерения теплового сопротивления были проведены измерения светового потока, и была выявлена зависимость светоотдачи от тока (рисунок 2). Где показано, что с ростом тока светоотдача матрицы на дюралюминиевой подложке при больших токах становится меньше чем у матрицы на AlN подложке. Длина волны излучения кристаллов $\lambda=457,7 \text{ нм}$. Это связано с тем, что при больших токах матрица начинает нагреваться, а поскольку тепловое сопротивление у матрицы на дюралюминиевой подложке больше в 2 раза то температура p-n перехода кристаллов матрицы на дюралюминиевой подложке больше, чем температура p-n перехода у матрицы изготовленной на AlN подложке. Поэтому световой поток падает быстрее у матриц на дюралюминиевых подложках покрытых полиимидом [3 С.125].

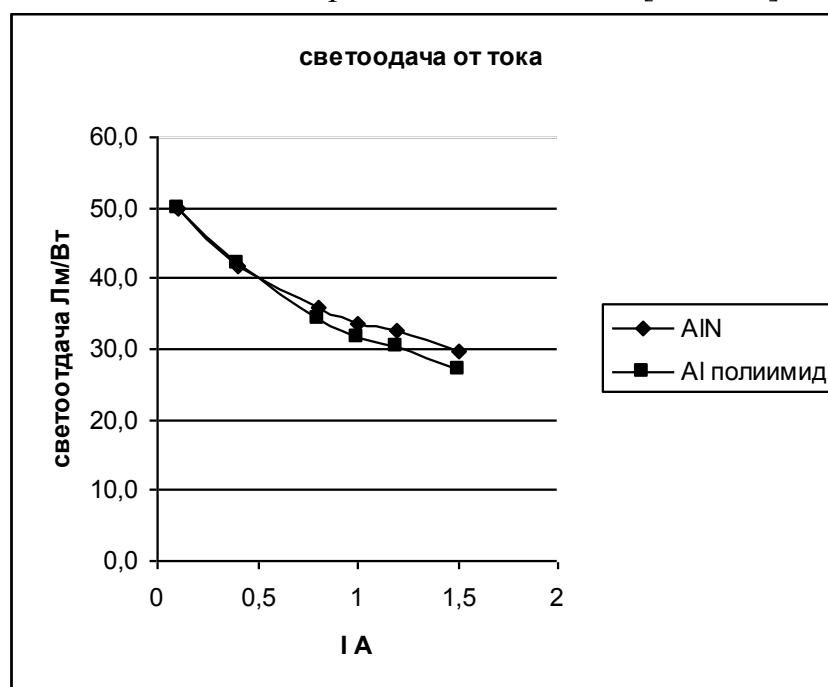


Рисунок 2 – Зависимость светоотдачи от тока матриц на AlN подложке и дюралюминиевой подложке покрытой полиимидом

В заключение можно сказать, что матрицы на AlN подложке имеют преимущества перед матрицами на дюралюминиевой подложке покрытой полиимидом. Но матрицы на AlN подложках не прочные и при установке в светильник ломаются. Основной вклад в тепловое сопротивление модификации на дюралюминиевой подложке покрытой полиимидом является тепловое сопротивление полиимида. Поэтому сейчас уделяется большое внимание исследованиям диэлектрических покрытий с большей теплопроводностью пригодных для изготовления печатных плат на дюралюминиевой основе.

Библиографический список

1. Каплун А.Б., Морозова Е.М., Олферьева М.А. ANSYS в руках

инженера// Практическое руководство. – М.: Едиториал УРСС, 2003. – 272с.

2. Закс Д.И. Параметры теплового режима полупроводниковых микросхем // М.: Радио и связь, 1983. – 128с.

3. Шуберт Ф. Светодиоды / Пер. с англ. Под ред. А. Э. Юновича 2-е изд. – М.: ФИЗМАЛИТ, 2008. – 496с.

УДК 62-83:621.3.07

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ В ЕСТЕСТВЕННЫХ КООРДИНАТАХ

Кунина Д.В.

Научный руководитель: к.т.н., профессор Кунин П.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Согласно [1] математическая модель асинхронного электродвигателя в естественных координатах с направлением осей координат по осям фазных обмоток статора [2] обеспечивает ряд преимуществ.

1. Все величины в системе уравнений имеют свой физический смысл и реальные значения.

2. Такая запись уравнений позволяет учесть все виды несимметрии параметров обмоток и питающих напряжений.

3. Существует возможность выполнять расчеты электромагнитных и электромеханических процессов в статических и динамических режимах работы при питании от сети и источников с несинусоидальной формой выходного напряжения.

5. Модель более сложная, но может обеспечить повышенную точность и служить образцовой при проверке систем управления, синтезированных на основе двухфазной обобщенной машины, форма, частота и амплитуда колебаний которых отличаются от соответствующих параметров трехфазного электродвигателя.

Изучение литературных источников [1...4] и ряда других показало, что основное внимание уделено моделям, основанным на схемах замещения для скалярного управления, и моделям, построенным на основе двухфазной машины по результирующим векторам. Наиболее полная модель в естественных координатах с периодическими значениями взаимных индуктивностей между обмотками статора и ротора приведена в работе [1]. Ее упрощенный вариант имеет место в работе [2], в которой влияние взаимных индуктивностей учтены их максимальными значениями, причем модель приведена в законченном виде без ее математического обоснования. Как в работе [1] так и в работе модель не доведена до практического применения.

Общим недостатком записи исходных дифференциальных уравнений электромагнитных цепей статора и ротора в работах [1, 2], а также в работах [3, 4], является то, что уравнения приведены для заторможенного электродвигателя и в силу этого в них не учитывается ЭДС вращения [5, 6].

Попытка выполнить модели [1, 2] для машин с конкретными числовыми данными к успеху не привела, как уже отмечалось выше, из-за не учета ЭДС вращения и дополнительно из-за ошибок в описании магнитных процессов в обмотке ротора. К положительному результату не привела модель в работе [2], преобразованная к форме Коши. Поскольку преобразование первой модели во вторую в работе [2] не приводится, выявить ошибки не удалось из-за явного несоответствия моделей по несовпадающим переменным, которые явно не вытекают одни из других.

В основу модели данной работы положена модель, предложенная в [2]. В этой модели уравнения электромагнитных процессов статор записаны в следующей форме:

$$u_{1a} = i_{1a}R_1 + \frac{d\psi_{1a}}{dt}; \quad u_{1b} = i_{1b}R_1 + \frac{d\psi_{1b}}{dt}; \quad u_{1c} = i_{1c}R_1 + \frac{d\psi_{1c}}{dt} \quad (1)$$

Согласно работам [4, 5] магнитное поле вращается относительно обмоток фаз статора и наводит в каждой из фаз ЭДС, которая определяется из следующего соотношения

$$E_{1i} = \omega_{0ЭЛ}\psi / \sqrt{2}.$$

Следовательно, для обмоток статора с учетом ЭДС вращения имеем:

$$\begin{cases} u_{1a} = i_{1a}R_1 + \frac{d\psi_{1a}}{dt} + \omega_{0ЭЛ}\psi_{1a} / \sqrt{2}; & u_{1b} = i_{1b}R_1 + \frac{d\psi_{1b}}{dt} + \omega_{0ЭЛ}\psi_{1b} / \sqrt{2} \\ u_{1c} = i_{1c}R_1 + \frac{d\psi_{1c}}{dt} + \omega_{0ЭЛ}\psi_{1c} / \sqrt{2}. \end{cases} \quad (2)$$

Уравнения для обмоток ротора авторы [1, 3, 4] записывают аналогичные уравнениям статора, также опуская ЭДС вращения. В работе [2] эти уравнения представлены в иной форме с учетом ЭДС вращения в обмотках ротора:

$$\begin{cases} 0 = i'_{2a}R'_2 + \frac{d\psi_{2a}}{dt} + \frac{\omega_{ЭЛ}}{\sqrt{3}}\psi_{2b} - \psi_{2c}; & 0 = i'_{2b}R'_2 + \frac{d\psi_{2b}}{dt} + \frac{\omega_{ЭЛ}}{\sqrt{3}}\psi_{2c} - \psi_{2a}; \\ 0 = i'_{2c}R'_2 + \frac{d\psi_{2c}}{dt} + \frac{\omega_{ЭЛ}}{\sqrt{3}}\psi_{2a} - \psi_{2b}. \end{cases} \quad (3)$$

В соотношениях (1), (2) и (3) приняты следующие обозначения: u , i , ψ , - соответственно напряжение, ток, потокосцепление и сопротивление, причем индекс 1 относится к статору, а индекс 2 – к ротору; индексы a , b и c – означают отношение элемента к фазе; $\omega_{0ЭЛ}$ – скорость вращения магнитного поля, определяется частотой сети, питающей обмотки статора.

Уравнения ротора (3), если их использовать для построения модели в естественных координатах, также содержат ошибку. В них используется скорость вращения ротора в электрических градусах $\omega_{ЭЛ}$, а из курса электрических машин [5, 6] известно, что наводимая в обмотках ротора ЭДС определяется разностью между синхронной скоростью вращающегося поля и скоростью вращения ротора, выраженной в электрических градусах. Это

означает, что в уравнениях (3) $\omega_{\text{ЭЛ}} = p\omega$, где p – число пар полюсов, ω – скорость вращения ротора электродвигателя, следует заменить следующим соотношением $\omega_{0\text{ЭЛ}} = p\omega$, при этом уравнения (3) преобразуются к виду:

$$\begin{aligned} 0 &= i'_{2a} R'_2 + \frac{d\psi_{2a}}{dt} + \frac{\omega_{0\text{ЭЛ}} - p\omega}{\sqrt{3}} \psi_{2b} - \psi_{2c} ; \\ 0 &= i'_{2b} R'_2 + \frac{d\psi_{2b}}{dt} + \frac{\omega_{0\text{ЭЛ}} - p\omega}{\sqrt{3}} \psi_{2c} - \psi_{2a} ; \\ 0 &= i'_{2c} R'_2 + \frac{d\psi_{2c}}{dt} + \frac{\omega_{0\text{ЭЛ}} - p\omega}{\sqrt{3}} \psi_{2a} - \psi_{2b} . \end{aligned}$$

В остальном модель асинхронного электродвигателя принята в соответствии с работой [2], причем модель в целом приведена к следующей видоизмененной форме, более удобной для имитационного моделирования:

$$\begin{aligned} \frac{d\psi_{1a}}{dt} &= u_{1a} - i_{1a} R_1 - \omega_{0\text{ЭЛ}} \psi_{1a} / \sqrt{3} ; \\ \frac{d\psi_{1b}}{dt} &= u_{1b} - i_{1b} R_1 - \omega_{0\text{ЭЛ}} \psi_{1b} / \sqrt{3} ; \\ \frac{d\psi_{1c}}{dt} &= u_{1c} - i_{1c} R_1 - \omega_{0\text{ЭЛ}} \psi_{1c} / \sqrt{3} ; \\ \frac{d\psi_{2a}}{dt} &= \frac{1}{\sqrt{3}} \omega_{\text{ЭЛ}} - \omega_{\text{П}} \psi_{2c} - \psi_{2b} - i'_{2a} R'_2 ; \\ \frac{d\psi_{2b}}{dt} &= \frac{1}{\sqrt{2}} \omega_{\text{ЭЛ}} - \omega_{\text{П}} \psi_{2a} - \psi_{2c} - i'_{2b} R'_2 ; \\ \frac{d\psi_{2c}}{dt} &= \frac{1}{\sqrt{2}} \omega_{\text{ЭЛ}} - \omega_{\text{П}} \psi_{2b} - \psi_{2a} - i'_{2c} R'_2 ; \\ M &= p_{\text{П}} \frac{\sqrt{3}}{2} L_m \left[i_{1a} i'_{2c} + i_{1b} i'_{2a} + i_{1c} i'_{2b} - i_{1a} i'_{2b} + i_{1b} i'_{2c} + i_{1c} i'_{2a} \right] ; \\ \frac{d\omega}{dt} &= \frac{1}{J} M - M_C ; \quad \omega_{\text{П}} = \omega_{0\text{ЭЛ}} - p\omega ; \\ i_{1a} &= \frac{1}{L_{1a}} \left[\psi_{1a} + \frac{L_m}{2} i_{1b} + \frac{L_m}{2} i_{1c} - L_m \left(i'_{2a} - \frac{1}{2} i'_{2b} - \frac{1}{2} i'_{2c} \right) \right] ; \\ i_{1b} &= \frac{1}{L_{1b}} \left[\psi_{1b} + \frac{L_m}{2} i_{1c} + \frac{L_m}{2} i_{1a} - L_m \left(i'_{2b} - \frac{1}{2} i'_{2c} - \frac{1}{2} i'_{2a} \right) \right] ; \\ i_{1c} &= \frac{1}{L_{1c}} \left[\psi_{1c} + \frac{L_m}{2} i_{1a} + \frac{L_m}{2} i_{1b} - L_m \left(i'_{2c} - \frac{1}{2} i'_{2a} - \frac{1}{2} i'_{2b} \right) \right] ; \\ i'_{2a} &= \frac{1}{L_{2a}} \left[\psi_{2a} + \frac{L_m}{2} i'_{2b} + \frac{L_m}{2} i'_{2c} - L_m \left(i_{1a} - \frac{1}{2} i_{1b} - \frac{1}{2} i_{1c} \right) \right] ; \end{aligned}$$

$$i'_{2b} = \frac{1}{L_{2b}} \left[\psi_{2b} + \frac{L_m}{2} i'_{2c} + \frac{L_m}{2} i'_{2a} - L_m \left(i_{1b} - \frac{1}{2} i_{1c} - \frac{1}{2} i_{1a} \right) \right],$$

$$i'_{2c} = \frac{1}{L_{2c}} \left[\psi_{2c} + \frac{L_m}{2} i'_{2a} + \frac{L_m}{2} i'_{2b} - L_m \left(i_{1c} - \frac{1}{2} i_{1a} - \frac{1}{2} i_{1b} \right) \right],$$

где обозначено: $L_{1a} = L_{1b} = L_{1c} = L_m = L_{1\sigma} = L_{1\phi}$,

$L_{2a} = L_{2b} = L_{2c} = L_m = L_{2\sigma} = L_{2\phi}$, $L_{1\phi}$ - полная индуктивность фазы статора, $L_{2\phi}$ - полная индуктивность фазы ротора, L_m - максимальное значение взаимной индуктивности между фазами статора и ротора, $L_{1\sigma}$ - индуктивность рассеяния фазы статора, $L_{2\sigma}$ - индуктивность рассеяния фазы ротора.

Имитационная модель, созданная в среде Matlab – Simulink на основе модели в естественных координатах, приведена на рисунке 1.

На модели были сняты кривые переходных процессов по моменту и току в режиме прямого пуска для электродвигателя со следующими номинальными значениями: мощность – 55 кВт; линейное напряжение – 380 В; номинальная частота вращения – 980 об/мин; частота питающего напряжения – 50 Гц; синхронная скорость – 1000 об/мин; номинальное скольжение – 0.02.

Кривые переходных процессов по скорости вращения и моменту электродвигателя приведены на рисунке 2, причем скорость вращения электродвигателя показана в масштабе, увеличенном в три раза.

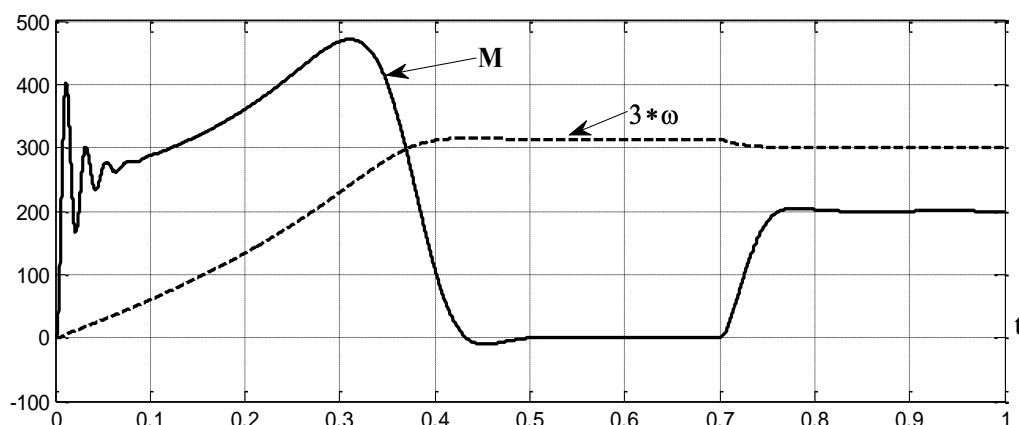
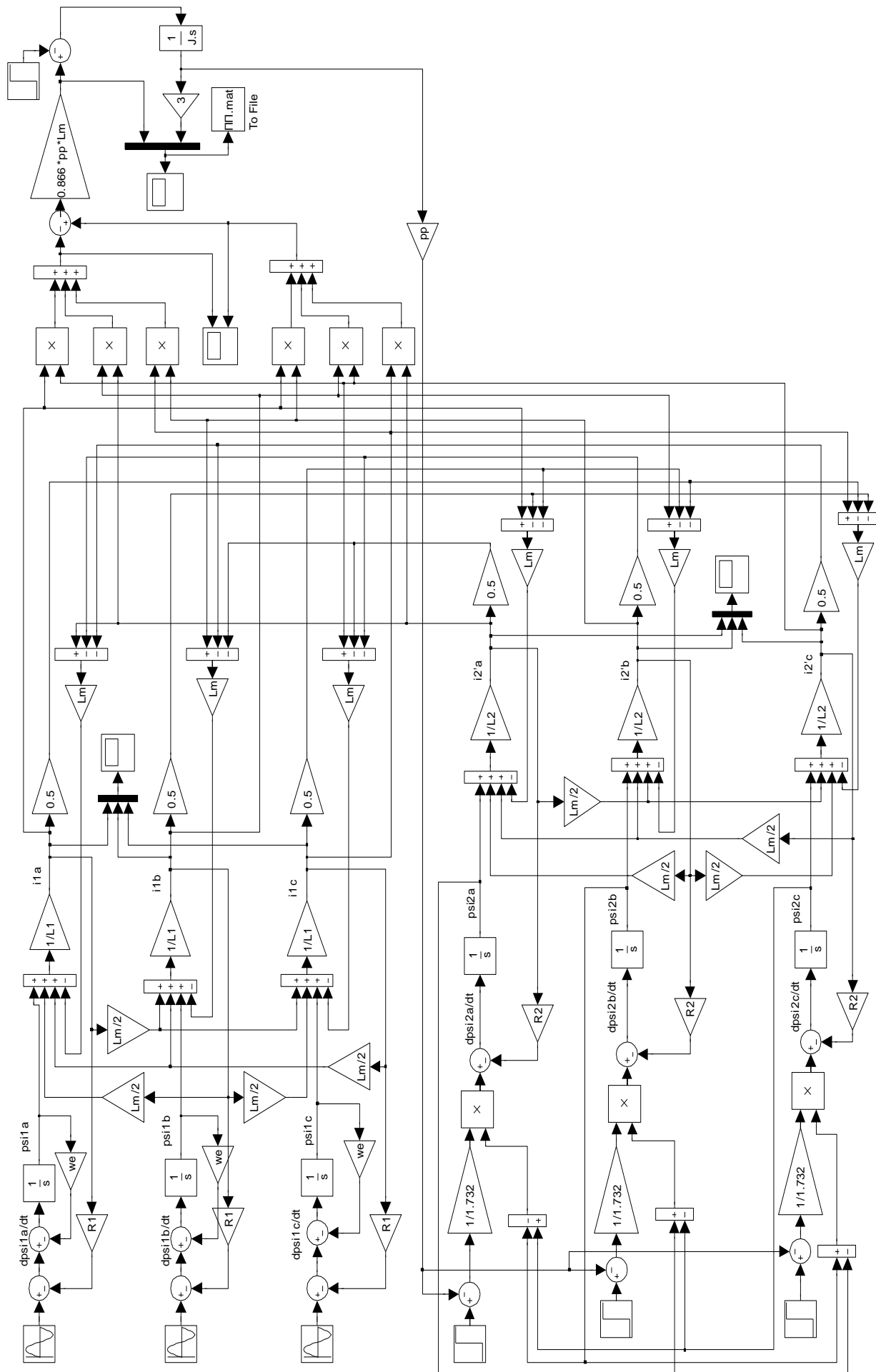


Рисунок 2 – Прямой пуск электродвигателя на модели

В момент времени $t=0.7$ с. к валу двигателя приложен момент нагрузки 200Нм. Скорость электродвигателя уменьшилась на величину скольжения.

Выводы. Создана работоспособная модель трехфазного асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором в естественных координатах. Модельными исследованиями показана ее адекватность реальным процессам.



Библиографический список

1. Виноградов А.Б. Векторное управление электроприводами переменного тока [Текст] / ГОУВПО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2008. 298 с.
2. Фираго Б.И. Регулируемые электроприводы переменного тока [Текст] / Б.И. Фираго, Л.Б. Павлячик. Мн.: Техноперспектива, 2006. – 363 с.
3. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием [Текст]: учебник для студ. высш. учеб. заведений / В.В. Соколовский. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 272 с.
4. Герман-Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0 [Текст]: Учебное пособие. / С.Г. Герман-Галкин. – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.
5. Костенко М.П. Электрические машины [Текст]: ч.2, учебник / М.П. Костенко, Л.М. Пиотровский: М.-Л., Энергия, 1965. – 704 с.
6. Вольдек А.И. Электрические машины. Машины переменного тока [Текст]: Учебник для вузов / А.И. Вольдек, В.В. Попов.–СПб.: Питер, 2008. – 350 с.

УДК 621.313.13

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ СКИПА ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ С ПОМОЩЬЮ ИМПУЛЬСНОГО РАДИОДАЛЬНОМЕРА

Борщинский М.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

В системах управления шахтными подъемными установками (ШПУ) определение положения скипа является необходимым условием для формирования закона управления и организации защит. На данный момент применяются системы управления с косвенным измерением положения скипа, определяющие скорость вращения или угол поворота подъемного двигателя (барабана), с дальнейшим преобразованием в путь. Недостатком такого способа измерения является то, что не учитывается вытяжка каната и упругие колебания, достигающие величины десятков сантиметров.

Прямые способы определения положения скипа не нашли широкого применения из-за невысокой точности, наличия пыли и паров воды внутри ствола шахты, трудности обслуживания.

В данной статье предлагается применение импульсных радиодальномеров (РД) в качестве средства измерения положения скипа ШПУ. На рисунке 1 показана схема расположения дальномера. По сравнению с другими средствами измерения, радиодальномеры не чувствительны к пыли и газам, компактны и обладают необходимой точностью [1, 2, 3]. К недостаткам можно отнести то, что предъявляются высокие требования к быстрдействию

аппаратной части радиодальномера, из-за подверженности радиотехнических измерительных систем помехам необходима дополнительная обработка сигнала (поиск полезного сигнала, фильтрация оцениваемого параметра).

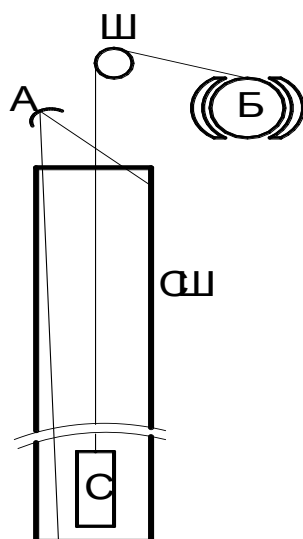


Рисунок 1 – Измерение положение скипа с помощью радиодальномера
 Б – барабан, Ш – шкив, А – приемопередающая антенна РД,
 СШ – ствол шахты, С – скип

Дальность до объекта R измерения определяют по времени запаздывания отраженного сигнала:

$$t_R = 2R/c,$$

где c – скорость распространения радиоволн. Для вакуума скорость распространения равна 299792458 м/с.

Существует три основных метода измерения времени запаздывания: фазовый, когда измеряется набег фазы за время запаздывания; частотный, когда измеряется разность частот зондирующего и отраженного сигналов за время запаздывания, и импульсный, непосредственно измеряющий время запаздывания отраженного сигнала.

Наибольшее применение нашли импульсные приемопередающие радиолокационные станции, излучающие в направлении цели короткие зондирующие СВЧ-радиоимпульсы с фиксированным периодом следования, длительностью импульсов, амплитудой и несущей частотой, что обеспечивает высокую разрешающую способность и точность при измерении дальности. Структурная схема импульсного РД представлена на рисунке 2. Зондирующий сигнал в импульсном РД формируется генератором резонансной частоты (ГРЧ), на который подаются импульсы модулятора или генератора импульсов. Синхронизатор (Синх) обеспечивает одновременность запуска модулятора и цифрового выходного устройства (ЦВМ). Импульсы радиочастоты (зондирующий сигнал) через переключатель прием-передача (ППП) поступают в антенну и излучаются в пространство. Отраженные сигналы принимаются той же антенной и после усиления и преобразования в приемнике (Прм) направляются в ЦВУ, выходом которого является значение измеренного расстояния до объекта.

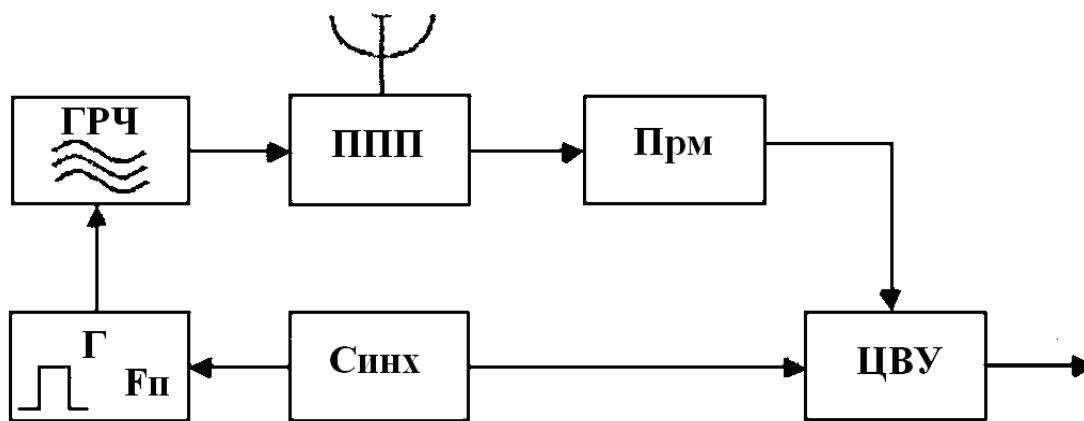


Рисунок 2 – Структурная схема импульсного радиодальномера

Рассмотрим более подробно работу цифрового вычислительного устройства (рисунок 3 а, б). Сигнал с выхода приемника (Прм) поступает на дифференцирующую цепь, а с нее на схему фиксации перехода через нуль (СФПН), которая выдает стандартный импульс, отстоящий от импульса синхронизатора (Синх) на время t_R . Триггер (Тр) запускается синхронизатором и возвращается в исходное состояние стандартным импульсом, поэтому длительность импульса триггера равна t_R . Этот импульс открывает схему И, через которую счетные импульсы с ГСЧИ проходят на счетчик (Сч). Число поступивших на Сч счетных импульсов

$$N =] t_R / T_{сч} [,$$

где $T_{сч}$ – период следования счетных импульсов.

Выбор периода следования и длительности зондирующих импульсов производится из условия однозначного измерения расстояния до объекта на максимальной дальности.

Период повторения импульса:

$$T_{II} = \frac{2 \cdot R_{max}}{c} ,$$

где R_{max} – максимально возможное расстояние между скипом и дальномером.

Частота следования импульсов:

$$F_{II} = \frac{1}{T_{II}} .$$

Длительность импульса:

$$\tau_{II} = \frac{2 \cdot \Delta R}{c} ,$$

где ΔR – разрешение по дальности.

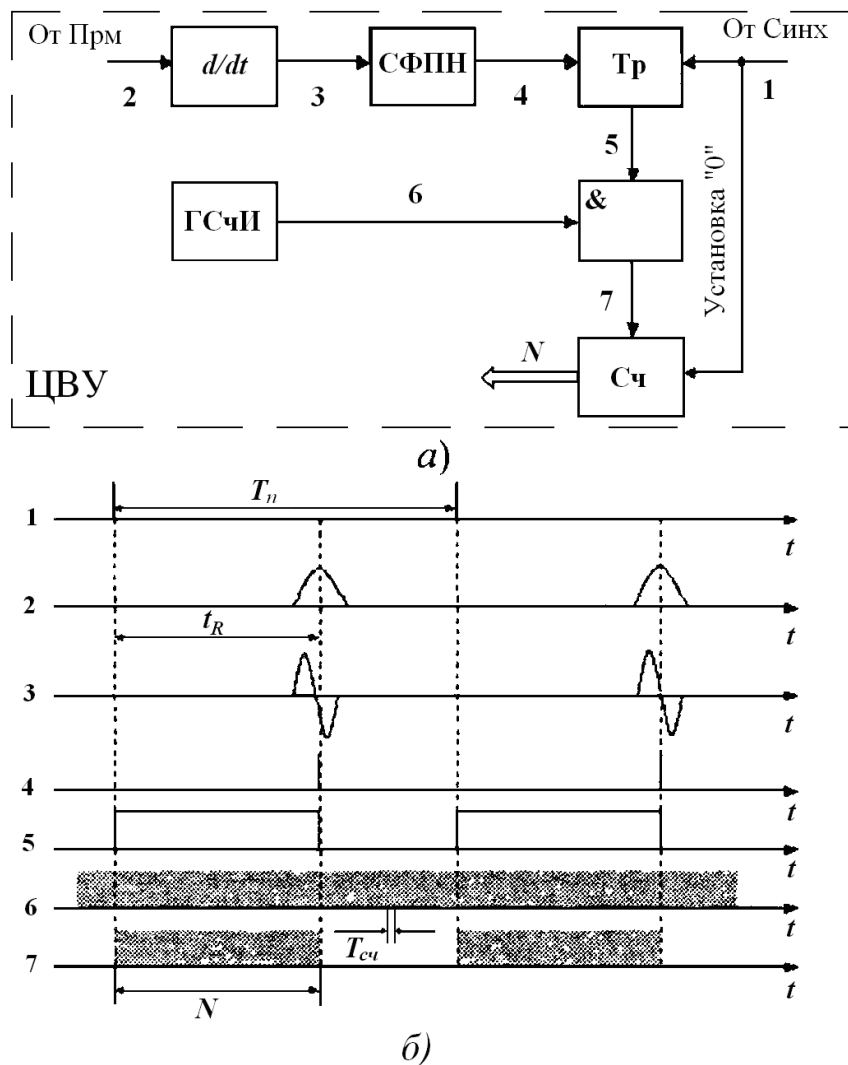


Рисунок 3 – Структурная схема цифрового вычислительного устройства при отсчете R по центру импульса (а) и сигналы в ее характерных точках (б)

Разрешение по дальности напрямую зависит от быстродействия счетчиков (таймеров) цифрового радиодальномера. Так, например, при частоте 40 МГц разрешение по дальности будет равно:

$$\Delta R = \frac{\tau_{и} \cdot c}{2} = \frac{(1/40 \cdot 10^6 \text{ c}^{-1}) \cdot 300 \cdot 10^6 \text{ м/с}}{2} = 3,75 \text{ м}$$

То есть у радиодальномера присутствует «мертвая зона» при подходе скипа ближе ΔR . Решит эту проблему возможно путем расположения антенны радиодальномера на расстоянии, превышающем зону нечувствительности.

В настоящее время прогресс в развитие микропроцессорной техники позволяет реализовать схему импульсного радиодальномера с помощью микроконтроллера. К тому же некоторые производители наладили производство микроконтроллеров со встроенными микроощными УКВ передатчиками. Для организации завершеного радиоканала выпускаются соответствующие микросхемы приемников. В таблице 1 приведены наименования микроконтроллеров с передатчиками некоторых производителей.

Таблица 1 – Микроконтроллеры с передатчиками некоторых производителей

Производитель	Модель передатчика/приемника	Диапазон частот радиосигнала
Microchip	rfPIC12F675 / rfRXD0920	800..915 МГц
Atmel	ATAx862-8 / T5761	868..928 МГц

Таким образом, предложен способ измерения положения скипа с помощью радиодальномера. Реализация его на микроконтроллере позволит выводить результат измерения в цифровом виде сразу в систему управления для дальнейшего использования в качестве сигнала обратной связи по положению.

Библиографический список

1. Бакулев П.А. Радиолокационные системы [Текст] / П.А. Балугев. - М., Радиотехника, 2004. – 320 с.
2. Яценков В.С. Микроконтроллеры Microchip rfPIC со встроенным маломощным радиопередатчиком [Текст] / В.С. Яценков. – М.: Горячая линия-Телеком, 2006 - 344 с.
3. Гришин Ю.П. Проектирование импульсных и цифровых устройств радиотехнических систем [Текст] / Ю.П. Гришин и др. Под ред. Казаринова Ю. М. – М.: Высш. шк., 1985. – 319 с.

УДК 622.232.83

ПРОХОДЧЕСКИЙ КОМБАЙН КАК ОБЪЕКТ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ

Иванов А.С.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Пугачев Е.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк*

Повышение интенсивности ведения горных работ обуславливает необходимость увеличения скорости подготовки новых выемочных полей и горизонтов на основе резкого увеличения объемов комбайновой проходки. Автоматизация горнопроходческих машин наряду с увеличением темпов проходки подземных выработок повышает безопасность ведения горных работ и улучшает санитарно-гигиенические условия труда горнорабочих.

На сегодняшний день более 80 % горных выработок в угольных шахтах проводится комбайновым способом. Так как на современном этапе развития угольной промышленности повышение темпов проведения подготовительных выработок решает задачу повышения производительности труда, в конечном итоге себестоимости угля, то вопрос повышения эффективности работы проходческих комбайнов приобретает важное значение.

На рисунке 1 изображен проходческий комбайн ПК-21 производства

ОАО «Копейский машиностроительный завод».

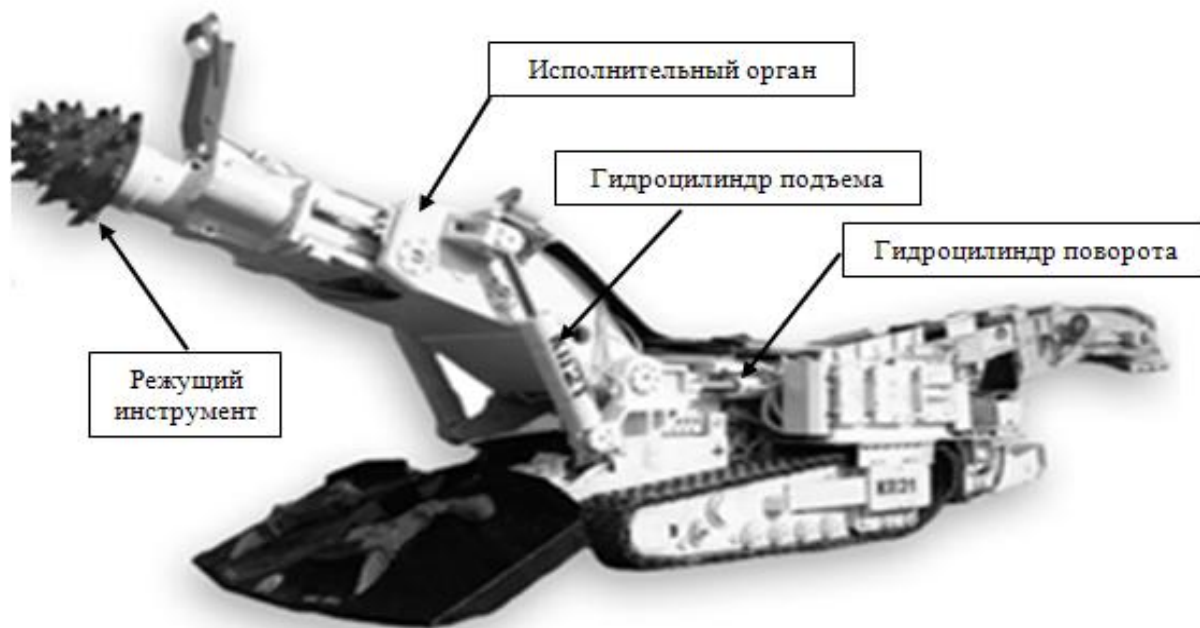


Рисунок 1 – Проходческий комбайн КП-21

Рабочим органом проходческого комбайна является режущий инструмент (коронка), приводимый во вращение асинхронным электродвигателем с короткозамкнутым ротором. Пространственное положение исполнительного органа задается при помощи четырех гидроцилиндров (привод подачи): гидроцилиндров подъема; гидроцилиндров поворота.

Разрушаемый объект (забой) характеризуется энергозатратностью, то есть энергией необходимой на разрушение единицы объема породы, в свою очередь, проходческий комбайн характеризуется энерговооруженностью, то есть суммарной мощностью установленных электроприводов. На проходческом комбайне КП-21 мощность электропривода резания составляет 100 кВт. Напряжение питания электродвигателя 660/1140В, номинальный ток 72 А.

Технологическими операциями руководит машинист, который в зависимости от горно-геологических условий выполняет следующие операции по перемещению исполнительного органа в пространстве, представленные на рисунке 2.

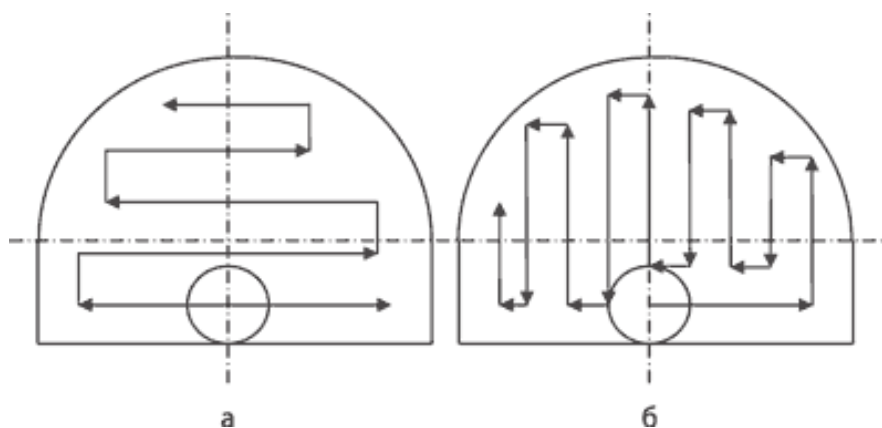


Рисунок 2 – Схемы обработки забоя стреловидным ИО с продольно-осевой коронкой: а – горизонтальными слоями; б – вертикальными слоями

Отметим, что электропривод резания проходческого комбайна вследствие ручного управления нагрузками работает неэффективно, или говоря иначе, возникает дисбаланс между энергией необходимой для разрушения породы и энерговооруженностью комбайна.

Достоинствами проходческих комбайнов со стреловидным исполнительным органом являются:

- возможность варьирования в широком диапазоне размерами и формой выработки;

- высокая маневренность;
- возможность селективной выемки полезного ископаемого;
- механизация вспомогательных операций;
- возможность установки крепи возле забоя выработки;
- относительно небольшая масса.

К недостаткам относятся:

- ограниченная по крепости разрушаемых пород область применения;
- недостаточно эффективное пылеподавление при эксплуатации;
- последовательный способ обработки забоя, не обеспечивающий высокой производительности комбайна;

- недостаточная устойчивость при работе, вызывающая, в частности, сложности в его управлении.

Одним из определяющих факторов конкурентоспособности горной машины является уровень автоматизации, который для отечественных проходческих комбайнов сравнительно низок и не отвечает современным требованиям. Данный факт обусловлен отсутствием научно-обоснованных подходов к созданию систем автоматического регулирования режимов работы электропривода резания. И в частности, отсутствием быстродействующей системы автоматического регулирования (САР) нагрузки электропривода резания, которая, в отличие от существующих, обеспечит не только стабилизацию и ограничение динамических нагрузок в системе приводов комбайна, но и предотвращение опрокидывания асинхронного электродвигателя привода резания при экстремальных перегрузках.

На основании изложенного, целью нашего исследования является разработка системы ограничения и защиты электропривода резания от динамических нагрузок в системе приводов проходческих комбайнов избирательного действия со стреловидным исполнительным органом. За объект автоматического управления принят электропривод резания, электрогидравлический привод подачи и забой.

Известно несколько основных подходов при проектировании систем автоматического регулирования режимов работы исполнительных органов проходческих машин:

1. Минимальный вариант. Задачей регулирования является поддержание нагрузки главного привода (привода резания) на заданном уровне за счёт изменения скорости подачи рабочего органа при постоянной глубине вруба и глубине резания.

2. Максимальный вариант. Предусматривает регулирование нагрузки

главного привода за счёт изменения скорости подачи и шага резания (скорости резания и глубины вруба).

3. Экстремальный вариант. Этот вариант представляет собой более совершенную форму максимального варианта и обеспечивает сочетание максимальной нагрузки главного привода с минимальной энергоёмкостью процесса резания за счёт более точного регулирования параметров стружки, обеспечивается адаптивными САР.

Одной из основных задач, возникающих при создании указанной САР, является математическое описание проходческого комбайна, как объекта автоматического управления.

С точки зрения автоматического управления проходческий комбайн представляет собой систему двух приводов - привода подачи исполнительного органа и главный привод резания, которые взаимодействуют между собой посредством забоя. С математической точки зрения данная система описывается весьма сложно, так как имеет случайные параметры (изменение крепости забоя, затупление резцов, падение напряжения в шахтной сети, и пр.). Многие из них недетерминированы и могут быть описаны лишь приближенно. Поэтому при выборе регулируемых величин следует использовать величины, имеющие строгое математическое описание и позволяющие быть точно измеренными непосредственно или с помощью однозначно связанных величин.

Другой важной задачей является кинематический анализ механизма подачи. Из рисунка 1 видно, что механизм поворота и механизм подъема представляют собой кулисные механизмы. Особенностью данного механизма является нелинейная зависимость скоростей движимого и движущего звеньев.

Таким образом, проходческий комбайн, как объект автоматического управления, является сложным динамическим объектом, математическое описание которого имеет случайные параметры и нелинейные зависимости, что создает определенные сложности при разработке автоматической системы ограничения и защиты электропривода резания от динамических нагрузок.

СОДЕРЖАНИЕ

I. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА	3
Рахимова И.И. Современная проблема строительства: исчерпание запасов природных минеральных ресурсов	3
Кириянова Е.В. Исследование золы - унос от бурых углей как сырья для производства вяжущего	6
Чупина А.И., Анисимова О.А. Исследование доменного шлака как сырья для производства вяжущего	9
Баркина Е.И. Исследование мартеновского сталеплавильного шлака как сырья для производства вяжущего	11
Коротыч Н.С; Прокудина А.Г. Исследование гранулированного шлака НКМК как сырья для производства строительных материалов	14
Сергеева Ю.С. Исследование мартеновского сталеплавильного шлака как сырья для производства строительных материалов	17
Иванова Ю.В., Юркова А.А. Исследование гранулированного шлака Западно-Сибирской ТЭС как сырья для производства строительных материалов	21
Мацнева А.А., Страчкова Е.В., Иванов А.И., Дружинин С.В. Использование минеральных отходов для получения декоративных керамических строительных материалов	25
Тихонов С.А. Цех по производству полистиролбетона	34
Николаев С.В. Производство клееного бруса	36
Кулак Н.В. Добавки для дорожных плит	40
Петухова Е.А. Определение добавки щелочного компонента шлакового вяжущего экспериментальным путем	42
Клиппа Д.В., Сусликова Е.А. Оптимизация состава известково-шлакового вяжущего для получения мелкозернистого бетона	48

Ваулина Е.Ф., Ионова И.А. Планирование шестифакторного эксперимента по подбору состава мелкозернистого бетона на местных материалах для монолитного строительства	54
Потеряева Н.Б. Определение оптимального состава легкого керамзита с добавкой ПАВ	60
Савинцева А.Е. Подбор состава бетона	64
Кретьова О.А., Копылов Р.В. Статистическая обработка результатов эксперимента методом Стьюдента	66
Логвинова Е.А. Применение самоуплотняющихся бетонов в строительстве	68
Афиногенов А.О. Региональные зависимости строительных свойств глинистых грунтов	71
Иоффе А.А. Инновационная технология производства плит перекрытий методом непрерывного, безопалубочного формования на длинных стендах	75
Шарко Е.С. Производство газобетона с армирующей добавкой	78
Захаренко Е.Н. Технология блоков из пенобетона	81
Кердоль М.А. Производство тротуарной плитки	83
Андреев А.В. Достоинство стеновых панелей «Сэндвич»	87
Площадная М.С. Современное напольное покрытие – паркет	90
Емельяненко В.А., Емельяненко А.А., Бородин А.В. Имитационное моделирование бизнес-процессов строительной организации в системе «ПАРАД-М»	93
Миллер А.В. Плюсы и минусы автономных учреждений как организационно-правовой формы муниципальных учреждений	96
Зосимов А.С. Определение стоимости строительства на основе базы данных по объектам-аналогам	103
Тимофеева В.А. Экономическая оценка реконструкции зданий и сооружений	105

Дурова А.Е.	
Технологическое проектирование строительных процессов	109
Вольф Т.А., Ерофеева А.Е., Клинкова К.И., Подколзина А.С., Рожкова К.В.	
Новые технологические решения в области конструкции стеновых панелей	111
Бычков Е.И., Вдовин А.А., Зыков А.Е., Кармалин Д.А., Миннеханов М.И., Суслов А.Н.	
Предварительное напряжение с использованием нагревательных элементов	113
Арнаутов И.А., Зайцева Д.В., Коломеец П.В., Лукашевич И.Н., Очаповская О.В., Рачёв Д.А.	
Предложение унифицированного узла шарнирного соединения в рамках курса «Методы научно технического творчества»	116
Баландина О.Н., Мельникова С.А., Попова Е.А., Варламова К.П., Карпенко М.Ю., Лукунина М.М.	
Новые технические решения в области армирования железобетонных изделий	118
Ермольчев М.В.	
Малоэтажное строительство, как решение жилищных проблем	120
Благиных Ж.М.	
О реконструкции и развитии микрорайона «Малоэтажка» в городе Новокузнецке	123
Романова А.К.	
Применение металлокаркаса в жилищном строительстве (на примере жилого 12-ти этажного дома в г. Междуреченске)	127
Черных И.А.	
Применение промышленной серии 1.020.1-2С для проектирования жилых зданий в сейсмических районах	131
Евтушенко П.В.	
Применение парковочных систем при проектировании и возведении жилых зданий в г. Новокузнецке	134
Алешин Н.Д.	
Индивидуальный жилой дом коттеджного типа	137
Антипова Ю.А.	
Актуальность строительства спортивных зданий и сооружений в г. Новокузнецке	140
Музыченко И.Н.	
Автоцентры – одно из направлений развития строительства	143
Звягинцева Е.С.	
Проектирование одноэтажного промышленного здания с учетом сейсмических воздействий	146

Антипов Е.С. Повышение сейсмостойкости несейсмостойкого здания при его капитальном ремонте включением специальных конструктивных элементов в несущую схему здания	148
Жернакова А.А. Конструктивные решения при строительстве кирпичных зданий в сейсмических районах	154
Меньшикова А.В. Архитектурно-конструктивные решения гаража-стоянки в условиях реального рельефа	158
Ботищев А.Г. Комбинированные системы покрытий большепролетных зданий	160
Безвестных С.С. К вопросу о реновации неиспользуемых промышленных территорий	164
Гостев А.Г. Влияние дефектов фланцевых соединений на работу стальных конструкций	167
Котлярова Т.В. Огнестойкость несъемной опалубки из пенополистирола	171
Царапкина Е.Е., Рыжкова Е.В. Применение мультимедийных технологий при изучении курса «Металлические конструкции»	174
Титов В.А., Шабалин К.С. Применение компьютерных и мультимедийных технологий в учебном процессе	176
Родин И.В. Использование мультимедийных средств в изучении проектирования листовых конструкций	180
Авраменко Л.В. Применение новых технологий при очистке сточных вод от соединений азота и фосфора	182
Костина Е.С. Мембранные технологии при подготовке питьевой воды	184
Пронина С.В. Технологии использования промывной воды	188
Зибарева Т.А. Переработка осадков городских сточных вод методом пиролиза	191
Булис Т.А. Разработка экспресс-анализа определения фенолов общих в сточных водах	195

Вдовин Н.В. Развитие технологий питьевого водоснабжения в Париже и Новокузнецке	198
Ланге В.Е. Использование труб из полиэтилена низкого давления	203
Агафонов С.А., Булдакова И.Н. Математическая модель управления тепловым режимом здания с теплонасосной установкой	206
Булдакова И.Н., Булдакова Е.Н. Математическое моделирование процесса нагрева теплоносителя в U-образном грунтовом коллекторе теплонасосной установки	210
Коткин А.Д., Кочетыгова К.М. Реконструкция системы отопления металлургического корпуса СибГИУ	216
Куценко А.А. Обследование системы отопления здания АБК ЗАО «Водоканал»	217
Воронов М.А. Повышение эффективности использования электрических распределительных сетей г. Прокопьевска в условиях снижения удельной электрической нагрузки на трансформаторные подстанции	221
Алешин Н.Д. Влияние пенообразователя на степень поризации пенобетона на основе золы Калтанской ГРЭС	223
II. ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ	225
Смирнягина О.А. Экологический ущерб от металлургических предприятий Кемеровской области	227
Казанцева Д.О. Применение ландшафтного дизайна (на примере агробиостанции) ...	230
Лупенко В.Г., Алексеева Н.М. Снижение выбросов емкостного оборудования	233
Потапов С.О., Корюков В.Н. Возможные варианты комплексного использования титанового сырья путем утилизации образующихся отходов	236
Бальцер Д.В., Лупенко В.Г. Очистка газообразных выбросов в атмосферу биохимической установки коксохимического производства	240
Гельдт Е.А. Исследования по изучению содержания йода в озерах территории	244

Республики Алтай	
Козлюкова Е.Н.	
Исследование растительности на основе метода лидарного зондирования	248
Лукина Г.Р.	
Изучение влияния осадка сточных вод общегородских сетей канализации на качество сельскохозяйственных культур и почв	251
Потеряева Н.Б.	
Решение проблемы по охране окружающей среды в Германии	256
Осипов И.В.	
Международное сотрудничество в области охраны природы	260
Туненко А.А.	
Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии	263
Колдина А.Н.	
Влияние предприятий города Новокузнецка на окружающую среду ..	268
Веркнер Н.М.	
Опасность аварий и травм на железнодорожном транспорте	273
Милова А.О.	
Генетически модифицированные продукты – добро и зло?	276
Злобина А.О.	
Диоксин – суперэкоотоксикант XXI века	279
Бедарев В.А.	
Урбанизация и экология	282
Тертова Е.Н.	
Решения проблемы пылеподавления при открытой разработке месторождений	286
Кашина Ю.Ю.	
Эколого-экономическое значение утилизации медицинских отходов	289
Романенко Е.О., Худякова О.С.	
Биологический этап рекультивации участка нарушенных земель, расположенных в пределах горного отвода ОАО «Луговое»	292
Суханова М.Ю.	
Экономическая и экологическая целесообразность мероприятий по переработке отходов металлургического производства на примере ОАО «НКМК»	295
Галактионов Л.А. Шеховцев Д.В.	
Анализ валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу города Новокузнецка от передвижных источников	300
Смолин В.С.	
Физико–географическая характеристика бассейна реки Мрассу	305

III. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	354
Малофеев Д.В. Реконструкция участка «Отвальный Южный №2» с целью повышения производственной мощности	308
Скударнов Д.Н. Механизация ведения работ по укреплению выработок при геологических нарушениях	312
Туманов П.В. Применение ротационных насосов в вакуум-насосных станциях	315
Парасков С.Н. Применение подземного обогащения на горнорудных предприятиях .	318
Борщев М.Н., Никитина А.М. Разработка технических решений по переходу геологических нарушений в условиях ОАО шахты «Распадская»	321
Черепанов Д.С., Никитина А.М. Разработка технологических и технических решений по борьбе с угольной пылью в условиях ОАО шахты «Распадская» в границах блока 6	324
Корнеев П.А., Корнеев В.А. Решение задач по идентификации структуры и состава угленосного массива	327
Алюханов К.А. Пути оптимизации электроснабжения в угольной промышленности .	330
Бих В.В. Снижение энергозатрат угледобывающего предприятия с использованием автоматизированных систем оперативно-диспетчерского управления	332
Соснин К.В. Применение экскавационно-канатных установок при бестранспортной технологии разработки пород вскрыши на Талдинском разрезе	335
Булгаков А.В., Поздеев И.А. Использование информационно-обучающих систем в курсовом проектировании	339
Корнеев В.А. Моделирование процесса разрушения горных пород, слагающих стенки скважины, при вдавливания в них индентора	343
Сухоруков В.В. Проведение и эксплуатация углеспускных выработок	346

Минин В.С. Расчет линейной секции опорного перегружателя	348
Камышанов М.Д. Обоснование технологии отработки междупластья пластов (58-57) и (60-59) мощностью 58 М одним уступом по бестранспортной технологии	354
Филенко Д.В., Тутынин А.В. К вопросу о безотходных технологиях обогащения углей	357
Баннов Д.В. Влияние направления фронта взрывных работ при открытой разработке на качество разрушения горного массива, в котором расположены подземные выработки	360
Лобанова О.О. Разработка технологии отведения поверхностных и подземных вод участка «Восточный 86-84» Талдинского месторождения	363
Лобанова О.О., Сухоруков В.В. Влияние геометрии расположения анкерной крепи на устойчивость выработок в условиях неравномерного поля напряжений	369
Ефименко А.С., Борисов И.В., Верченко А.П., Цветков И.Ю. Расчет безопасных расстояний сейсмического воздействия массовых взрывов на угольных разрезах	374
Ефименко А.С., Борисов И.В., Верченко А.П., Цветков И.Ю. Регистрации сейсмических колебаний от массовых взрывов на угольных разрезах	379
Демьянов И.А. Совершенствование элементов системы разработки и схемы взрывной отбойки технологических блоков при отработке глубоких горизонтов железорудных шахт Сибири	383
IV. СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ УСТАНОВКИ	388
Поползин И.Ю. Синтез передаточной функции параллельного корректирующего устройства САУ в MATLAB	388
Романов А.Р. Двухканальная система управления с компенсацией воздействия нагрузки	392
Кунина Д.В. Ограничения в системах с управляемой самоорганизацией	398
Романов А.Р. Наблюдатель тока нагрузки электродвигателей	403

Крючков Ф.В. Система двунаправленного обмена данными микроконтроллерной платы лабораторного стенда с компьютерной моделью объекта	408
Гайдуков В.В. Система управления инвертором асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором	413
Дужий А.В. Информационно-управляющие системы шахтных подъёмных установок	418
Русских М.Ф. Подавление низкочастотных помех в системах управления электроприводами	423
Модзелевский Д.Е. Опыт реализации специальной технологической защиты на шахтной подъемной установке ОАО «Тыретский солерудник»	430
Яскевич О.М. Описание неопределенности в информационно-управляющих системах	434
Малахова Е.И., Фёдоров А.В. Подсистема определения пространственных координат точек на основе ПЗС-матриц	439
Шатура А.О., Малахова Е.И. Исследование интегрального насыщения в ПИД (ПИ) – регуляторах ..	442
Воропаев М. В., Корякин В. Н., Хотненко Ю. А., Чугулин М.Ю. Тепловые сопротивления светодиодных матриц	447
Кунина Д.В. Математическая модель асинхронного двигателя в естественных координатах	450
Борщинский М.Ю. Определение положения скипа шахтной подъемной установки с помощью импульсногорядодальномера	455
Иванов А.С. Проходческий комбайн как объект автоматического управления	459

НАУКА И МОЛОДЕЖЬ: ПРОБЛЕМЫ, ПОИСКИ, РЕШЕНИЯ

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Часть IV

*Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов
и молодых ученых*

Выпуск 14

Под общей редакцией Мышляева Л.П.

Технические редакторы Ознобихина С.П.
Морина Г.А.

Компьютерная верстка Морина А.С.

Издательская лицензия № 01439 от 5.04.2002 г.

Подписано в печать _____

Формат бумаги 60-84 1/16. Бумага писчая, ризография.
Усл.печ.л. 27,94 Уч.-изд.ли. 29,88 Тираж 300 экз. Заказ № _____

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Издательский центр СибГИУ