

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ  
КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ**  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«СИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ИНДУСТРИАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ»**  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
**«КУЗБАССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ПЕДАГОГИЧЕСКАЯ  
АКАДЕМИЯ»**

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

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**ЧАСТЬ IV**

*Труды Всероссийской научной конференции  
студентов, аспирантов и молодых ученых  
5-8 мая 2009 г.*

**выпуск 13**

**Новокузнецк  
2009 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, 2009. – Вып. 13. – Ч. IV. Технические науки. – 459 с.

Редакционная коллегия:

д.т.н., профессор Л.П. Мышляев, к.т.н., доцент В.Ф. Панова, к.т.н., доцент Н.Н. Алешин, к.т.н., доцент Б.М. Гохман, к.х.н., доцент Т.В. Киселева, к.т.н., доцент Ю.К. Власкин, к.т.н., доцент П.Н.Кунинин.

**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  
2009

## **I. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА**

УДК 72.036

### **К ВОПРОСУ О ТЕНДЕНЦИЯХ СОВРЕМЕННОГО ИСКУССТВА, АРХИТЕКТУРЫ. КРАСНОЯРСКАЯ МУЗЕЙНАЯ БИЕННАЛЕ 2009**

**Грошева И.Ю.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент, член СА России Ершова Д.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Со 2 по 5 сентября 2009 года в Красноярском музейном центре проходила VIII Красноярская музейная биеннале, посвященная теме «Даль». Более 30 участников – известных современных художников из России и зарубежных стран одновременно представили свои новые работы. Музеи из разных мест Сибири в рамках специального проекта показали необычные экспонаты с интересными историями. К биеннале 2009 был приурочен архитектурный фестиваль «Арх-варенье», в котором приняли участие около 60 человек – студенты архитектурных специальностей, молодые и профессиональные архитекторы. Фестиваль был проведен на берегу Красноярского моря в районе д. Даурское. В рамках проекта биеннале в июле 2009 года для студентов и юных художников устраивали Летнюю школу, которая им дала возможность стать участниками биеннале.

В современном арт-сообществе широко известны биеннале разных жанров: современного искусства, графики, архитектуры, дизайна, но музейная единственная в своем роде. За эти годы в Красноярской международной музейной биеннале приняло участие несколько десятков музеев края, а также других регионов России.

В этот раз участники экспозиционной и коммуникационной программы попытались осмыслить понятие «дали», измерив эту неуловимую даль с помощью средств современного искусства и создав объемную модель сибирского пространства на карте мира. Тема и формат этого проекта нацелены на развитие креативной среды, продвижение творческого потенциала в международный контекст и на придание пространству смыслового измерения. Диалог современного искусства и музейных практик реализовался в следующих программах: экспозиционная – «даль» - основной проект художников, «словарь дали» - специальный проект для музеев и коллекционеров, «станция дали» - специальный проект по созданию арт-объектов в городской среде; образовательная – «летняя школа биеннале», серия лекций, мастер-классов, музейные «уроки дали»; дискуссионная – круглые столы, дискуссии, клуб биеннале.

Биеннале 2009 представила собой серию выставочных проектов, перформансов, отражающих актуальные тенденции развития современного

искусства. Через объекты и инсталляции современная художественная практика вышла на работу с новыми формами передачи художественной информации. Большинство кураторских проектов не ограничивались возможностями одного вида искусства, базируясь на сочетании различных художественных практик. Формы «традиционного» художественного высказывания (живопись, скульптура) дополнялись видео-арт, перформансами. Инсталляция — одна из главных форм художественного высказывания в современном искусстве. Отличительная черта инсталляции — работа с пространственной средой, позволяющей зрителю войти внутрь художественного объекта. Все представленные на биеннале проекты формируют целостную трехмерную среду, создающую особую атмосферу. В отличие от объектно-пространственных инсталляций, видеоинсталляции еще не столь привычны для зрителя. В качестве основного инструмента воздействия они используют возможности кино, видео и цифровых носителей информации. На биеннале представлены несколько видеоинсталляций, исследующих возможности этого жанра в современном искусстве.

Тема VIII биеннале распространилась не только на территории музея, но и на весь город. Голландка М.Тиувен, удостоенная ГРАН-ПРИ VIII биеннале, представила масштабную инсталляцию «Разрушенный дом в Красноярске», которую её группа создавала в ветхом доме больше трёх недель. Художница преобразила «дом под снос» в произведение современного искусства. Для этого М.Тиувен использовала не традиционные холст и краски, а внутреннее пространство дома, и все те предметы, которые она смогла найти в здании. В инсталляции использовалось дерево, которое раньше было частью облицовки фасада здания и конструкций. На втором этаже дома были выполнены отверстия на потолке,



Рисунок 1 – «Разрушенный дом в г. Красноярске» Марьян Тиувен

в полу и в стенах, впоследствии заполненные деревянными дощечками, создающими ритмичный рисунок. В инсталляции художница попыталась представить идею вечного пограничного сосуществования созидания и разрушения. По мнению Тиувен её произведение очень четко вписалось в русскую специфику, однако по цветовой гамме и композиционному решению инсталляция не совсем соответствует русскому зодчеству.

Московский художник Л.Тишков соорудил на острове Татышев лабиринт «Белых пятен памяти» из развешенных на веревках подчеркнуто старых простыней горожан. У этой инсталляции множество интерпретаций. Постельное бельё — вещи интимные, хранящие отпечатки снов, но

вывешенные они выветриваются, становятся частью общего, по выражению самого художника: «Даль растворяет воспоминания, заливая пространство памяти чистым белым светом».

На одном из главных фасадов бывшего Красноярского музейного центра располагается афиша биеннале работы дизайнера В.Чайки – тающие в облаках буквы «д», «а», «л», «ь». На другом — надпись «даль», набранная шрифтом Брайля из выпуклых зеркал, отражающих Енисейскую даль,— это проект Ю. Аввакумова. «Здесь парадокс в том, что из людей зрячих ее не понимает почти никто. Ее знают миллионы незрячих, но увидеть этого они



Рисунок 2 – Главный вход в Красноярский Музейный Центр

не смогут», — говорит Аввакумов. В поддержку красноярские студенты-архитекторы разрисовали ступени лестницы главного входа музейного центра граффити, изображающими слово «даль» жестами на языке глухих. Оригинальное граффити освежило грубую советскую архитектуру музея, внесло яркий акцент в серость входной группы здания.

В Музее-усадьбе В.Сурикова можно было увидеть лучшие проекты-инсталляции Летней школы биеннале – «Наследники» на пороге родовой суриковской избы работы юных красноярских архитекторов И. Герасимова, Л. Петренко, «Снег Сурикова» К. Кандыба, И. Демиденко (Москва), «Дай лапу, друг!» А. Безвершук (Красноярск), «Самовар» Ю. Рыжковой (Красноярск). На одной из «станций ДАЛИ» - в фанпарке «Бобровый лог» на крыше клуба-музея знаменитого путешественника Ф. Конюхова был представлен арт-объект «Лыжи-лимузин» В. Слонова, который участники биеннале «примерили» на себя. Привлек внимание проект «Транс Сибирь» Л.Лапшиной, представленный в кинозале клуба-музея Ф.Конюхова. Проект «Транс Сибирь» состоял из нескольких видеороликов, требующих глубокого размышления над проблемами и пороками человечества. Также вызвали интерес инсталляции: объект «Зеркало»— высокое зеркало на колесиках, преследующее посетителей музея; «Зыбкость присутствия»— панорама горных далей, полученная из теней, которые отбрасывают на стену куски мрамора; «Во сне» – темная комната с длинной кроватью, на которой располагались сказочные флуоресцентные персонажи; «Терриконовая долина», в котором лирический пейзаж застыл в ожидании очищающего от шлака первого снега; «Контакт» АВС, представивший будущую модель космического «офиса»; интерактивная музыкально-пластическая инсталляция «Флуктуация пространственных массивов», замысел которой в создании некоего предощущения, предчувствия изменённого пространства и тайны тунгусского события.



Рисунок 3 – «Контакт» АВС М.  
Илюхин, М. Косолапов,  
Н. Стручкова



Рисунок 4 – «Флуктуация  
пространственных массивов»  
Д. Каварга

Автор принимал участие в работе над проектом «Сыграй на панораме – Сибирь». «Игра в панораму» - это бесконечные «путевые заметки», начавшиеся летом 2008 в г. Кемерово. Проект был начат голландским художником Р. Хайненом. Он разработал чертежный инструмент, который содержал бумажный свиток, позволяющий делать длинные рисунки.



Рисунок 5 – Проект «Сыграй на панораме –  
Сибирь» Р. Хайнен



Рисунок 6 – Чертежный  
инструмент панорамы

Хайнен посетил Сибирь и показал инструмент местным художникам. Участников попросили продолжить пейзаж, интерпретацию мира, который их окружает. Когда художник заканчивал свой рисунок, инструмент и панораму он передавал следующему участнику, который являлся географическим соседом и чья работа так или иначе художественно связана с предыдущим участником. Этот следующий человек продолжал прежний рисунок, смешивая новый пейзаж в одну непрерывную панораму. После завершения рисунка художник отправлял копию в студию Хайнена в Нидерланды, где он объединил каждую новую часть с остальной работой. И никто не мог предугадать пути движения и направления рисунка панорамы, но так или иначе в результате появилась основная сюжетная линия. Из-за малой ширины панорамы в 6,5см, в которую нужно было вписать выбранный сюжет, от участников требовалось большого терпения и кропотливости. Хайнен обозначил минимум работы для каждого художника

– 5 частей панорамы по 17см. На данный момент общая длина панорамы составляет 13,50м. В проекте принимали участие молодые художники из Кемерово, Белово, Междуреченска. Инструмент для рисования был очень компактен, легок, удобен для путешествий, что позволило рисовать пейзажи с натуры. Автор изобразил пригород, разбавив его главными достопримечательностями г. Новокузнецка (Кузнецкая крепость, Спасо-Преображенский Собор). Посетители биеннале отметили «Сыграй на панораме – Сибирь» как самый душевный проект, открывающий красоты Сибири.

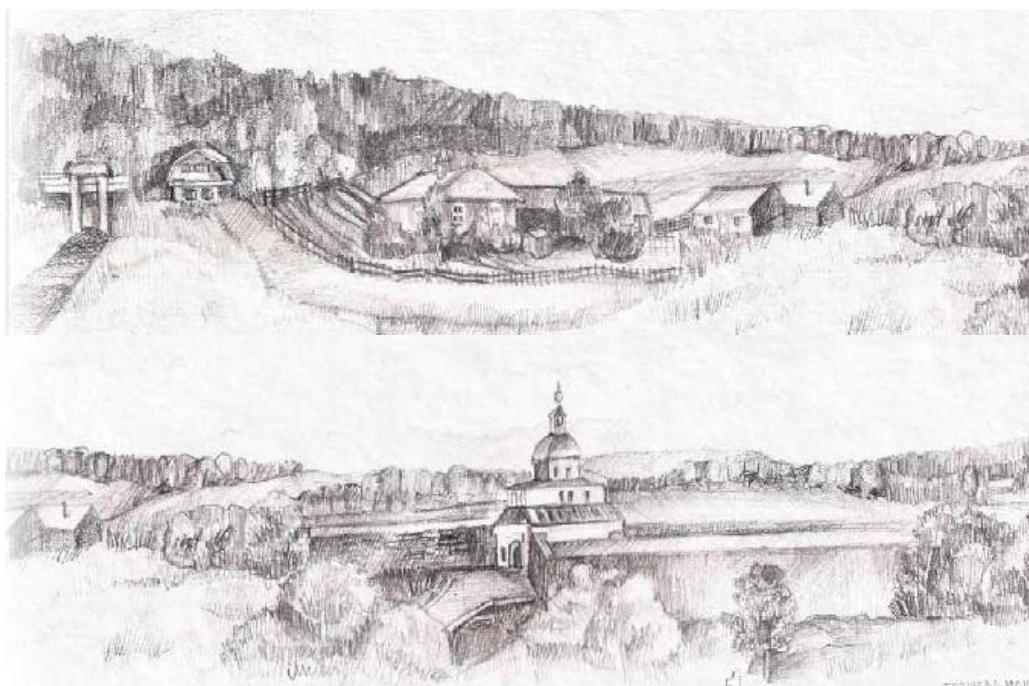


Рисунок 7 – Фрагмент панорамы

Вызвал интерес круглый стол «Паблик-арт как ресурс креативности города» с председателем Союза архитекторов г. Красноярска и куратором VIII биеннале. На мероприятии были представлены следующие проекты: арт-объект «Взгляд архитектора», который украшал фасад здания; экспло-площадка «Арх-варенье», летний архитектурный фестиваль. Впервые в Красноярске состоялся такого рода разговор художников и архитекторов.

Задача архитектурного фестиваля «Арх-варенье» стояла в создании примеров гармоничного синтеза природы и человека, и значение природы в этом синтезе главенствующее. Основным событием стал процесс создания арт-объектов на заданную организаторами тему ПРИРОДА\человек. Каждая команда исполнила свое творческое высказывание по поводу данного сочетания. Также интересным действием развернулась дискуссия на тему региональной архитектуры. Все участники вынесли для себя много полезного, так как в дискуссии, кроме студентов и молодых архитекторов принимали участие профессионалы. Мероприятие «Арх-варенье» в будущем должно стать ежегодной площадкой для профессионального общения архитектурного сообщества.



Рисунок 8 – Проекты архитектурного фестиваля «Арх-варенье»

Красноярская музейная биеннале в очередной раз подтвердила свой высокий статус: на период биеннале Красноярск превратился в культурную столицу России. По словам заместителя директора музейного центра С.Ковалевского: «Первые биеннале были исключительно музейные: локальные музеи представляли свои экспозиции, но сейчас тяготеют в сторону современного искусства. В контексте биеннале современное искусство приобрело другой оттенок, здесь появился внятный и понятный предмет темы биеннале».

УДК 712.7:681.111

## **СОЛНЕЧНЫЕ ЧАСЫ КАК ЭЛЕМЕНТ ЛАНДШАФТНОГО ДИЗАЙНА**

**Никоненко Е.Ю., Черемнова А.Н.**

**Научный руководитель: к.т.н., профессор Осипов Ю.К.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В древности люди определяли время по солнцу. Это можно делать и сейчас при помощи нехитрого приспособления. Любые солнечные часы состоят из кадрана и укрепленного на нём гномона. Кадран — плоская поверхность какого-либо предмета с нанесенными на нем часовыми делениями. Гномон представляет собой небольшой прямой стержень из металла, пластика или дерева, укрепленный на кадране. По тени, падающей от гномона на кадран, узнают астрономическое время и декретное, т. е. то, которым мы пользуемся в повседневной жизни.

По ориентации гномона и циферблата различают следующие виды солнечных часов: **экваториальные, горизонтальные, вертикальные и полярные.** Вместе с **аналемматическими** (частный случай



горизонтальных) эти четыре конструкции являются самыми распространенными. Однако есть еще армиллярные, бифилярные, зеркальные, сферические, конические и многие другие реже встречающиеся виды солнечных часов, в том числе цифровые солнечные часы.

Более распространенными являются солнечные горизонтальные часы. Ими пользоваться удобнее, чем экваториальными и именно они, как правило, стоят в садах и парках. Они могут быть размещены прямо на земле или на специальном постаменте. Такие часы всегда освещены солнцем. Гномон этих часов имеет вид треугольника, большая сторона которого направлена параллельно оси мира, а прилегающий к ней угол равен географической широте.

При выполнении конкурсного проекта авторами было принято решение остановиться на разработке аналемматических часов. Аналемматические часы являются частным случаем горизонтальных. Аналемматические солнечные часы – солнечные часы, состоящие из циферблата в форме эллипса, на периметре которого размещены часовые точки (они же часовые линии) и подвижного гномона, перпендикулярного плоскости часов (см. рис.1). Плоскость может быть любой, но чаще всего используют горизонтальную. В горизонтальной версии солнечных часов, гномон располагается прямо на оси Север-Юг в точке, которую определяет текущая угловая высота Солнца (т.е. текущая дата). Аналемматические солнечные часы соответствуют проекции линии экватора Земли.

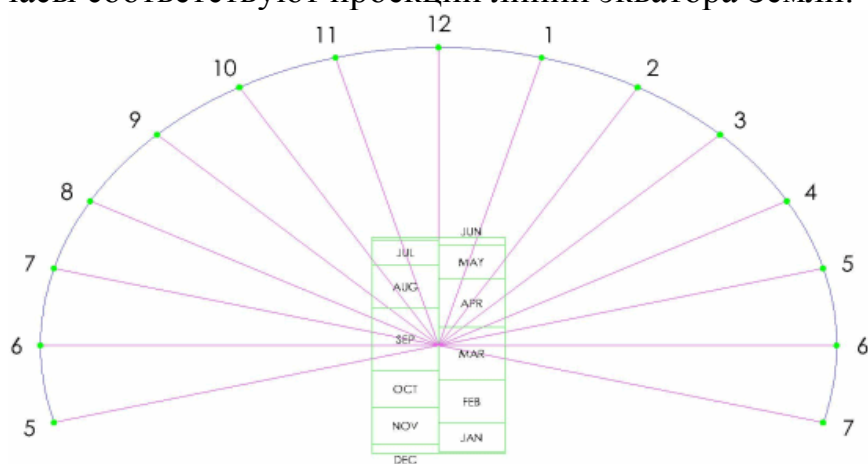


Рисунок 1 – Аналемматические солнечные часы

Преимущество данного вида часов в том, что они могут быть изготовлены в виде зоны отдыха или небольшой игровой площадки, которая будет интересна и детям и взрослым, так как роль подвижного вертикального гномона выполняет сам человек. Достаточно встать на клетку с названием текущего месяца (см. рисунок 5).

Для расчета нам необходимо знать широту, в которой будут использоваться солнечные часы и значение угловой высоты солнца в различные дни каждого месяца. На рисунке 2 изображена схематичный чертеж солнечных часов.

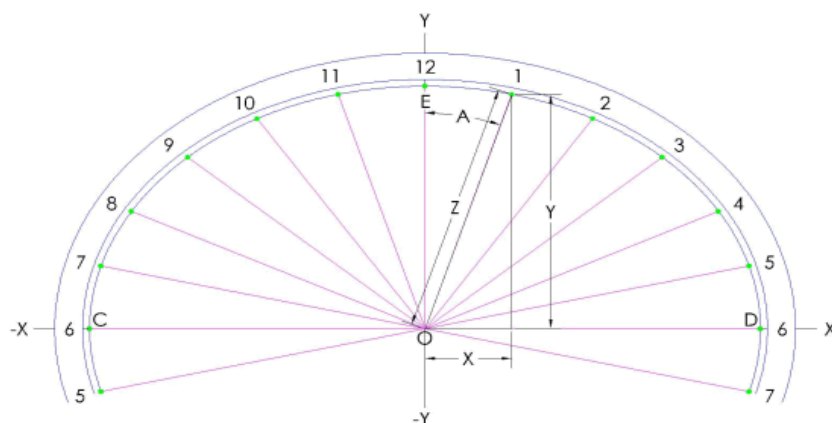


Рисунок 2 – Схематичный чертеж солнечных часов

Существует два метода градуировки солнечных часов:

Путем расчета расстояния  $X$  от центра часов до часовой точки на горизонтальной линии Запад-Восток, и расстояния  $Y$  на вертикальной линии Юг-Север (прямоугольная система координат).

Путем расчета центрального угла  $A$  и расстояния  $Z$  часовой точки от центра часов (полярная система координат).

Город Новокузнецк находится на  $53^{\circ}48'$  широте и  $87^{\circ}8'$  долготы. Таблица 1 содержит результаты необходимых вычислений для широты  $53^{\circ}48'$  в северном полушарии.

Таблица 1 – Часовые точки для аналемматических солнечных часов

Широта, $\varphi =$ <b>53.755127</b>		Долгота = <b>87.120216</b>	Часовой пояс <b>+7</b>	Летнее время <b>+1</b>			
Время 12ч, час:мин	Время 24ч T24, час	Час угол h, градусы	Центра л. угол A, градусы	Рассто яние X sin(h)	Рассто яние Y sin( $\varphi$ ) * cos(h)	Рассто яние Z $\sqrt{(X^2+Y^2)}$	
До полудня	После полудня						
	12:00	12.00	0.00	0.000	0.806	0.806	
	11:45	12.25	3.75	4.646	0.065	0.805	0.807
	11:30	12.50	7.50	9.271	0.131	0.800	0.810
	11:15	12.75	11.25	13.855	0.195	0.791	0.815
	11:00	13.00	15.00	18.378	0.259	0.779	0.821
	10:45	13.25	18.75	22.826	0.321	0.764	0.829
	10:30	13.50	22.50	27.185	0.383	0.745	0.838
	10:15	13.75	26.25	31.444	0.442	0.723	0.848
	10:00	14.00	30.00	35.598	0.500	0.698	0.859
	9:45	14.25	33.75	39.642	0.556	0.671	0.871
	9:30	14.50	37.50	43.574	0.609	0.640	0.883
	9:15	14.75	41.25	47.397	0.659	0.606	0.896
	9:00	15.00	45.00	51.114	0.707	0.570	0.908
	8:45	15.25	48.75	54.729	0.752	0.532	0.921
	8:30	15.50	52.50	58.249	0.793	0.491	0.933

Продолжение таблицы 1

Время 12ч, час:мин		Время 24ч T24, час	Час угол h, градусы	Центра л. угол A, градусы	Рассто яние X sin(h)	Рассто яние Y sin(φ) * cos(h)	Рассто яние Z $\sqrt{(X^2+Y^2)}$
До полудня	После полудня						
8:15	3:45	15.75	56.25	61.680	0.831	0.448	0.945
8:00	4:00	16.00	60.00	65.032	0.866	0.403	0.955
7:45	4:15	16.25	63.75	68.311	0.897	0.357	0.965
7:30	4:30	16.50	67.50	71.527	0.924	0.309	0.974
7:15	4:45	16.75	71.25	74.689	0.947	0.259	0.982
7:00	5:00	17.00	75.00	77.806	0.966	0.209	0.988
6:45	5:15	17.25	78.75	80.886	0.981	0.157	0.993
6:30	5:30	17.50	82.50	83.939	0.991	0.105	0.997
6:15	5:45	17.75	86.25	86.974	0.998	0.053	0.999
6:00	6:00	18.00	90.00	90.000	1.000	0.000	1.000
5:45	6:15	18.25	93.75	-86.974	0.998	-0.053	0.999
5:30	6:30	18.50	97.50	-83.939	0.991	-0.105	0.997
5:15	6:45	18.75	101.25	-80.886	0.981	-0.157	0.993
5:00	7:00	19.00	105.00	-77.806	0.966	-0.209	0.988
4:45	7:15	19.25	108.75	-74.689	0.947	-0.259	0.982
4:30	7:30	19.50	112.50	-71.527	0.924	-0.309	0.974
4:15	7:45	19.75	116.25	-68.311	0.897	-0.357	0.965
4:00	8:00	20.00	120.00	-65.032	0.866	-0.403	0.955

В таблице 2 представлены результаты расчета календарной шкалы для широты 53°48'

Таблица 2 – Календарная шкала для analemmатических солнечных часов

Дата	Угловая высота	Календарная шкала
01.январь	-23.01	-0.251
01.февраль	-17.13	-0.182
01.март	-7.25	-0.075
01.апрель	4.88	0.050
01.май	15.34	0.162
01.июнь	22.17	0.241
21.июнь	23.44	0.256
01.июль	23.05	0.252
01.август	17.79	0.190
01.сентябрь	7.96	0.083
01.октябрь	-3.53	-0.036
01.ноябрь	-14.71	-0.155
01.декабрь	-21.94	-0.238
21.декабрь	-23.44	-0.256

Географический часовой пояс	+5.75
Итого поправка, часов	2.25
Астрономический полдень	14:15

Чертеж календарной шкалы следует строить по значениям таблицы в соответствии с центром координат солнечных часов, т.е. точка О выступает в качестве начала координат также для календарной шкалы. Положительное направление оси календарной шкалы соответствует направлению оси Y солнечных часов. На рисунке 3 изображен чертеж календарной шкалы для рассчитанных в таблице значений.

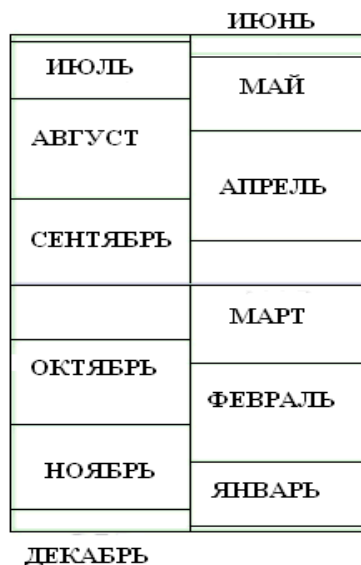


Рисунок 3 – Чертеж календарной шкалы

На рисунке 4 изображен план аналемматических часов рассчитанный для нашего региона.

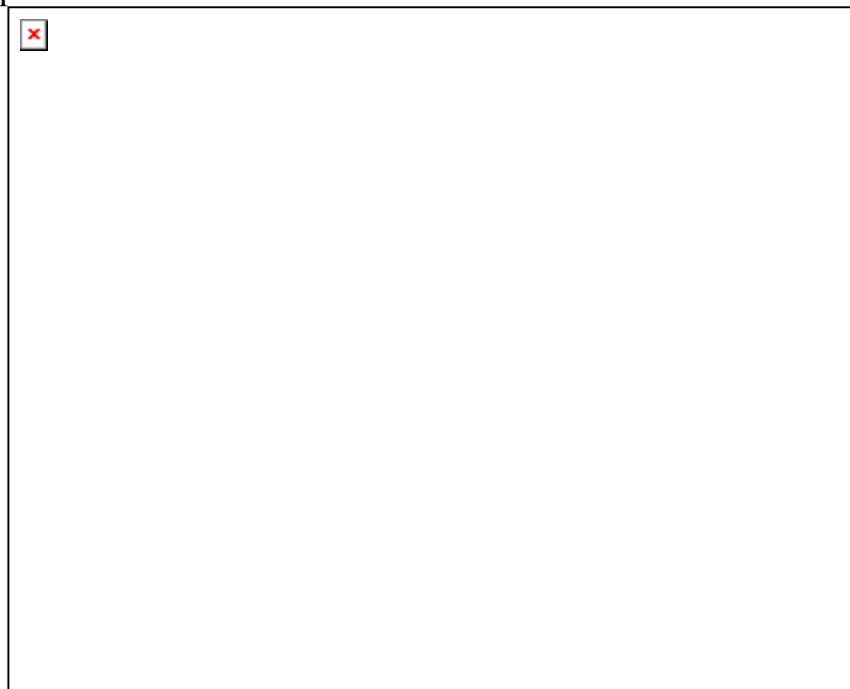


Рисунок 4 – Аналемматические солнечные часы

Солнечные часы, как элемент ландшафтного дизайна, применяется для благоустройства парков, скверов и любых других зон отдыха. Ими украшают даже свои приусадебные участки. Дизайнерское исполнение часов может быть различным. Они могут быть выполнены из недорогих материалов (даже подручных) или же их можно превратить в произведение искусства, благодаря благородности оформления.

В городе Новокузнецке еще не возводили данную форму малой архитектуры, поэтому авторами проекта было предложено благоустройство площадки в ПКиО им. Гагарина (см. рисунок 6).

Авторы предлагают выполнить проект из гранита, так как этот материал отвечает эстетическим требованиям, долговечен и просто очень красив.



Рисунок 5 – Гномоном аналемматических часов может послужить человек. Достаточно встать на клетку с названием месяца



Рисунок 6 – Аналемматические солнечные часы в ландшафте ПКиО им. Гагарина

#### Библиографический список

1. Учебник по солнечным часам. Учебное издание. М.: 2008.

## **ПРОСТРАНСТВЕННЫЙ МОДУЛЬНЫЙ КАРКАС В КОНСТРУКЦИЯХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ**

**Ботищев А.Г.**

**Научный руководитель: к.арх.н., доцент Благиных Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Изложены архитектурно-конструктивные, планировочные и функциональные решения с применением модульных пространственных конструкций на примере конкурсного проекта торгово-офисного центра в Тегеране, с учетом эстетических, экономических и экологических особенностей местности.

При проектировании общественных зданий и сооружений одной из важных проблем является создание несущих конструкций покрытий. Возросшая за последние годы свобода выбора архитектурных решений дала предпосылки для создания объектов общественного назначения самых разнообразных форм.

В процессе работы над конкурсным проектом крупного общественного здания была предложена оригинальная архитектурная концепция конструктивного и планировочного решения торгово-офисного центра в городе Тегеране, в основу которой положен каркас из пространственных модулей (усеченный октаэдр) высотой в три этажа (см. рисунок 1).

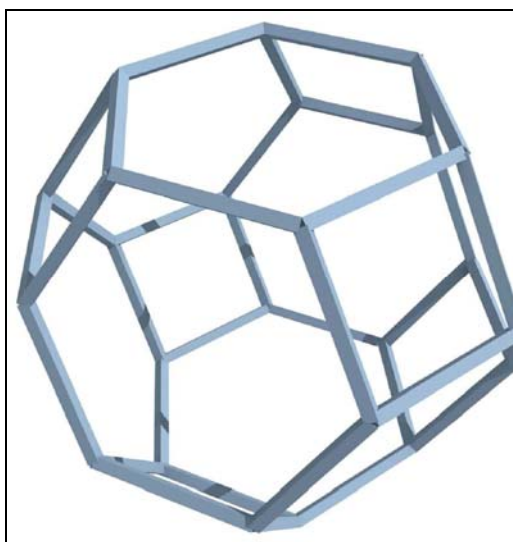


Рисунок 1 – Схема конструктивного модуля каркаса

Особенность этого объемного тела заключается в том, что: во-первых, это полуправильное тело (так называемое платоново тело); во-вторых, оно заполняет пространство своими копиями без остатка и пересечений (как, например, куб). Ребра этого многогранника являются несущим каркасом, наружные грани и грани атриума – навесными стенами. Те грани, которые

образуют двугранный угол с плоскостью земли менее  $90^\circ$  (если смотреть снаружи), а также грани, являющиеся стенами атриума выполнены светопрозрачными, остальные – глухими (см. рисунок 2).



Рисунок 2 – Внешний вид здания

Особенностью конструктивной схемы является отсутствие вертикальных стоек (колонн). Альтернативой которым является совокупность наклонных стоек, образующая в объеме пространственную структуру. Такая система позволяет создать пространственную жесткость здания при одновременном сокращении расхода материалов. Следует отметить, что это несколько усложняет планировочное решение торгово-офисного комплекса. Типовой этаж при таком решении повторяется раз в три уровня.

На глухих наружных гранях и крыше предложено размещение солнечных батарей. Таким образом решается вопрос энергосбережения. Остекление фасадов решено так, что полностью исключается перегрев здания: отвесные солнечные лучи в дневные часы не попадают внутрь, напротив, пологие солнечные лучи в вечерние и утренние часы освещают сооружение, обеспечивая необходимое время инсоляции, не перегревая при этом помещения комплекса.

Архитектурная композиция внешнего облика сооружения принята мелкомасштабной. Объем здания воспринимается несколько меньшим, чем

он есть на самом деле из-за крупных членений фасада. Однако в контексте местной застройки (малоэтажной, плотной, разностилевой) такое решение является наиболее целесообразным и приемлемым. Получившаяся сотовая структура конструкций создает яркий, запоминающийся архитектурный образ объекта.

Архитектурно-планировочная структура сооружения в плане (см. рисунок 3) представляет собой центрально симметричную систему, состоящую из малых и больших шестиугольников, в центральной части которой располагается атриум, соединяющий по вертикали все вышерасположенные офисные этажи. Атриум обеспечивает как дополнительное освещение офисов, так и естественную вентиляцию, выполняя при этом важную коммуникационную функцию сообщения офисов между собой. Внешний вид пространства атриума (см. рисунок 4) является оригинальным, как в художественном, так и в эстетическом аспектах.

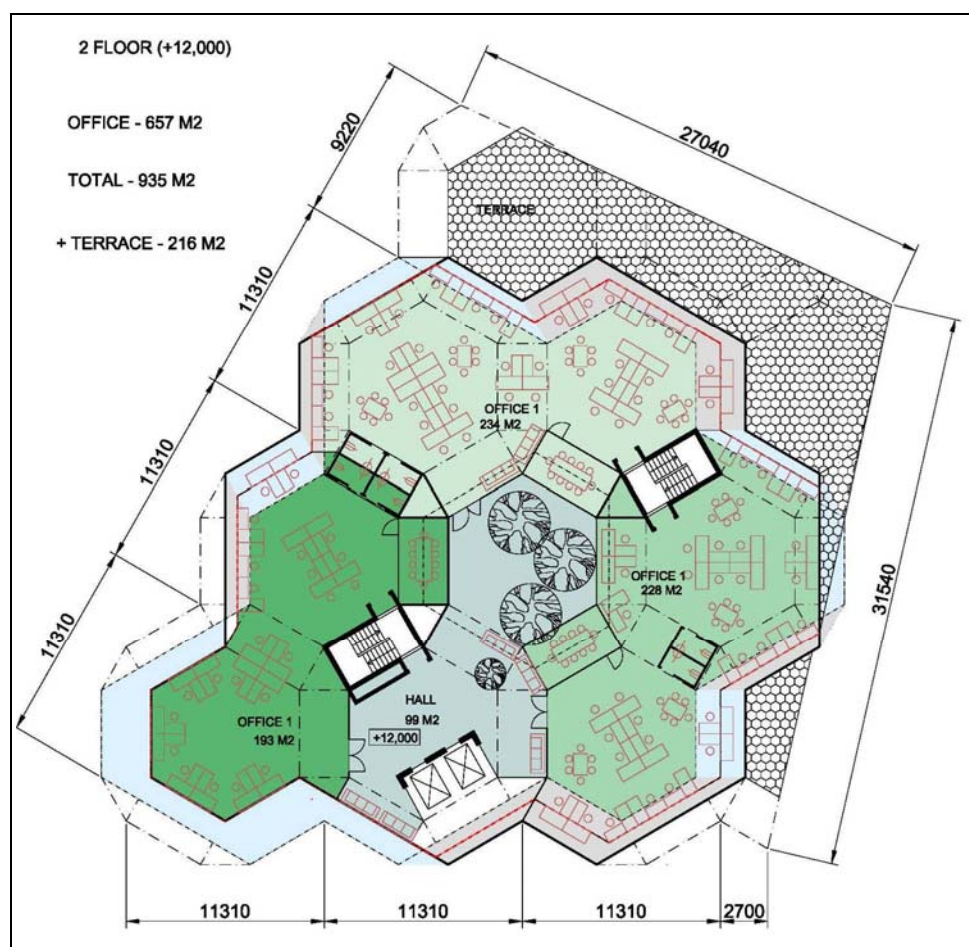


Рисунок 3 – План на отметке +1,200

Представленный архитектурный проект торгово-офисного комплекса удовлетворяет экономическим, экологическим, функциональным и эстетическим требованиям. Конструктивная и, как следствие, архитектурно-планировочная схема отличается универсальностью и может быть успешно применена в реальном строительстве.



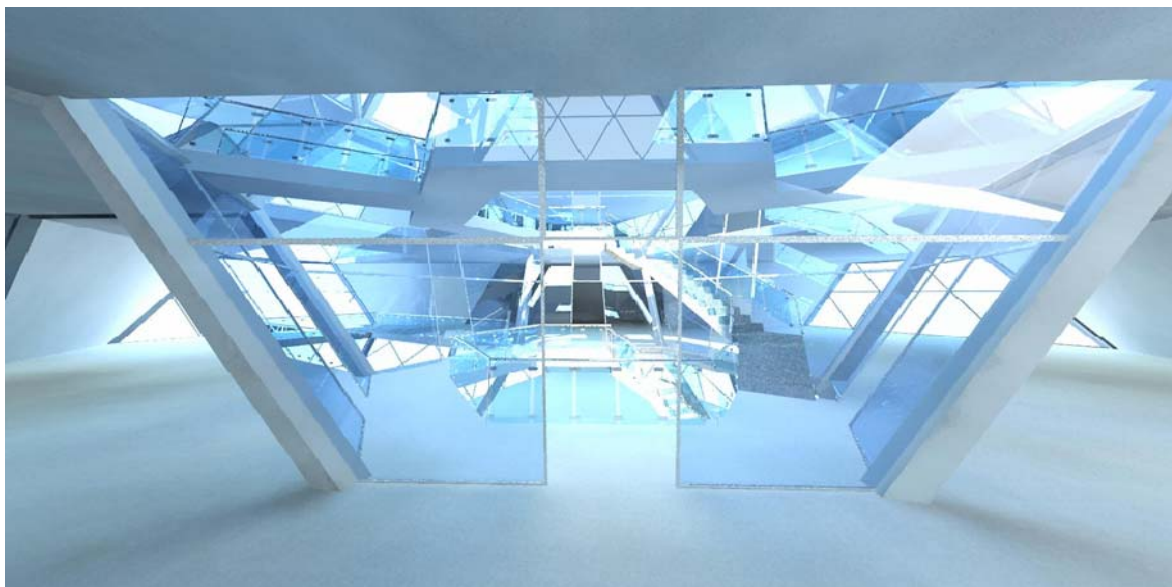


Рисунок 4 – Пространство атриума торгово-офисного комплекса

Решение несущих конструкций зданий и сооружений как пространственных систем, а также применение современных пространственных конструкций из разных материалов обеспечивает повышение как надежности, так и экономичности объектов. Новые технологии в строительстве зданий общественного назначения способствуют наиболее рациональному использованию перекрываемых площадей, сокращению трудоемкости и сроков возведения. Открывается возможность создания большепролетных конструкций, придавая при этом высокую архитектурную выразительность сооружениям городской застройки.

УДК 72.012:727

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУТБОЛЬНОГО СТАДИОНА В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ**

**Ботищев А.Г.**

**Научный руководитель: профессор Магель В.И.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Тема преддипломного исследования – спортивные арены в г. Новокузнецке на примере футбольного стадиона. Футбол является самым популярным видом спорта в мире. Развитие этого спорта в городе Новокузнецке затруднено в связи с отсутствием стадиона, отвечающим общепринятым требованиям UEFA. Реконструкция имеющегося стадиона «Металлург» нецелесообразно ввиду плотности окружающей его застройки. Наиболее приемлемый вариант использовать это поле в качестве тренировочного, и поля для фарм-клуба. Очевидна необходимость

возведения нового стадиона.

Рассмотрено несколько вариантов размещения стадиона: парк отдыха Водный, окраина района Ильинка (рядом с мостом в Заводский район), в центральном районе между ул. Запорожская и р. Томь (рядом с проектируемым общественным центром и проектируемой набережной). Итоговый вариант – на правом берегу р. Томь на оси проектируемого общественного центра.

Исторически спортивные сооружения создавались как наиболее выдающиеся архитектурные объекты и, как правило, наиболее выдающимися архитекторами. В современном представлении стадион – это не только совокупность игрового поля, трибун и прочей инфраструктуры, это еще и архитектурная достопримечательность, картинка с почтовой марки. С этой точки зрения, в основе проектирования стадиона лежит идея некоего аттракциона, поражающего и восхищающего воображение человека, а не только функциональность или минимальные затраты. Невозможность формы, месторасположения или инженерного решения обусловлена тем, что сама идея спорта состоит в преодолении невозможного. Развитие Новокузнецка как города, очевидно, невозможно без объекта такого типа, хотя бы по причине переоценки культурных ценностей населением.

Исходя из этих условий расположение стадиона, а также его форма предполагали нестандартный подход и в архитектуре, и в конструкциях, и в расположении. Выбранное место имеет широкий обзор с центрального района (рисунок 1), оно находится на пересечении общественного центра нового города и исторического центра города. Также на этой территории существует потенциальная насыщенность транспортными магистралями: вдоль реки проходит железнодорожная ветка, на горе планируется построить магистраль, соединяющую кузнецкий и заводский районы. Генпланом города задумана также канатная дорога через р. Томь.



Рисунок 1 – Городская панорама

Предложенная ориентация арены перпендикулярна оси общественного центра, отклонена от направления на север на 47 градусов, чтобы наиболее выгодный вид открывался с центральной площади. Также стадион просматривается с кузнецкого и заводского мостов, благодаря максимальному приближению к реке. Формообразование основывалась на объемном символизме, в направлении гармоничной взаимосвязи с

окружением, за основу взят бионический образ (рисунок 2). Форма ракушки предполагается в виде двух створок, расположенных горизонтально, причем нижняя створка играет роль трибун и игрового поля, а верхняя – роль покрытия. Покрытие состоит из остекления (площадь остекления 46,57 % в проекции), и глухой части с фонарями, в виде террас имитирующих органические кольца, обеспечивающими горизонтальное мелкомасштабное членение, воспроизводящее взаимосвязь с естественным рельефом.

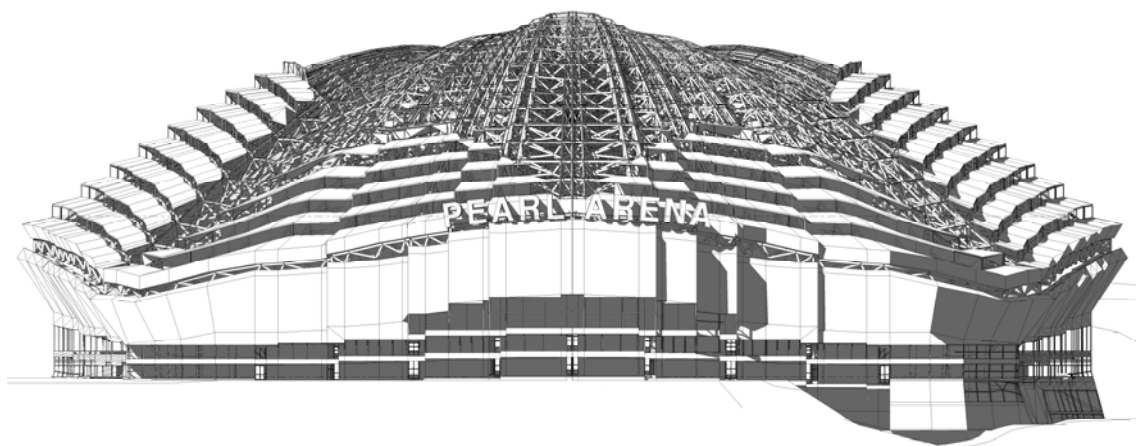


Рисунок 2 – Фасад спортивной арены

Нижняя часть арены расчленена более крупными элементами. Трибуны состоят из двух ярусов, между которыми располагается уровень ресторана, vip-мест, буфета и комментаторской. Количество посадочных мест в ярусах приблизительно 21000, в уровне ресторана до 600 мест. Количество и ширина рядов увеличивается к центральным осям, повторяя задуманную форму, и обеспечивая концентрацию мест в зонах лучшей видимости. В угловых секторах места отсутствуют, освобождая место для опор покрытия. Вокруг опор находятся террасы с естественной травой.

Конструктивно трибуны состоят из системы ферм и монолитных перекрытий. Конструкция покрытия является структурой, опирающейся по углам поля. В проекте рассчитана ферма под перекрытия длиной 6 м, высотой 0,5 м. Подобраны сечения элементов.

УДК 725.2

## **КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ОБЩЕСТВЕННО-ДЕЛОВОГО ЦЕНТРА**

**Есина А.Ю.**

**Руководитель: к.арх.н., доцент Благиных Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Актуальность данного исследования объясняется рядом факторов:

социальным и научно-техническим прогрессом; развитием градостроительства в нашей стране; повышением значения сферы общественного обслуживания, связанные с увеличением масштаба строительства различных учреждений и предприятий обслуживания.

Среди других видов строительства общественные здания по объему занимают одно из ведущих мест. Из общих градостроительных затрат на селитебную территорию капитальные вложения на строительство общественных зданий в среднем составляют 28-30%. Еще более высок удельный вес строительства общественных зданий в городах-курортах, туристических, научных центрах, в городах областного и республиканского значения, где, как правило, возводятся театры, библиотеки, музеи, выставочные залы и павильоны, спортивные сооружения, административные здания, крупные торговые центры, гостиницы, аэровокзалы и т. п.

Проблема заключается в том, что рынок торговой недвижимости находится в состоянии переходного периода. По прогнозам специалистов, по мере роста рынка конкуренция между проектами будет усиливаться, выдвигая на первый план индивидуальные решения и понижая позиции «шаблонных» объектов. Большинство современных проектов своей успешностью обязаны акценту на наиболее востребованных рынком профилях. Все более заметной тенденцией рынка становится увеличение доли крупноформатных многофункциональных комплексов, при чем наиболее популярное направление: торгово-развлекательные и торгово-офисные центры.

Одна из основных задач исследования: систематизация сведений об универсальных многофункциональных комплексах, в которых объединены коммерческая и жилая функции, что позволяет создать объекты, в которых люди живут, работают и совершают покупки. Это, конечно же, оправдано с точки зрения экономии ресурсов – как земли, так и энергоносителей, а также с точки зрения обеспечения безопасности, что сегодня ставится во главу угла при функционировании объекта (рисунок 1).

Торгово-офисные центры – комплексы, в которых основная функция торговая, однако часть этажей занимают офисы. Как правило, такие центры возникают из-за желания добиться большего экономического эффекта. По мнению экспертов, в торговом центре можно обустроить не более трех эффективно работающих (в плане посещения покупателями) этажей. При этом первый этаж будет работать на 100%, второй – на 50%, третий – на 25%. Однако земля стоит дорого, и сегодня собственники стремятся строить более высокие здания, чтобы максимально использовать купленный участок. В итоге, на первых этажах устраивают торговый центр, а остальные используют под другие функции, например, под офисные. Это актуально в городах, где земля дорога, а помещения функционально сгруппированы по вертикали.

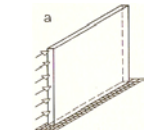

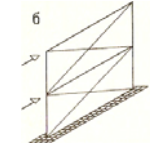

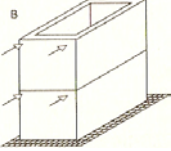
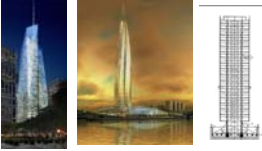
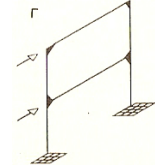

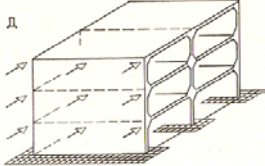
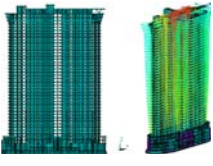
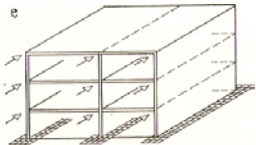
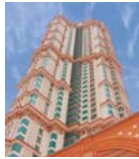
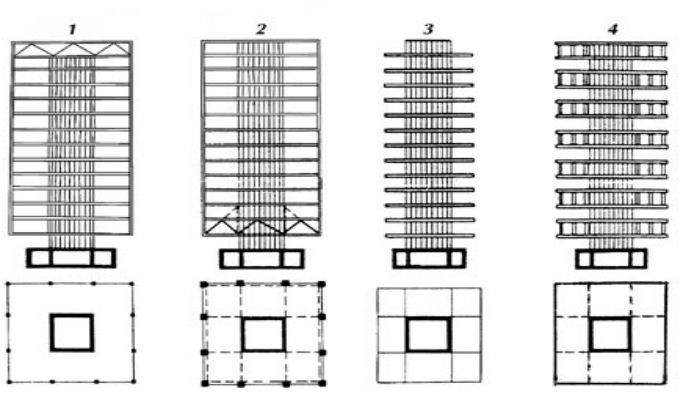
Конструктивные схемы высотных зданий			
	схема	иллюстрация	краткое описание
Плоские системы-диски			Мало деформируются под действием горизонтальной нагрузки
Связевые системы			Решетчатые диафрагмы, связанные с колоннами и ригелями
Системы диафрагм			Связевые системы, соединенные между собой под прямыми или косыми углами
Плоские рамы			Жестко соединенные между собой колонны и ригели
Пространственные рамы			Жестко связанные между собой стены и перекрытия
Система жесткого соединения			Совместная работа системы
Конструктивные решения с ядром и консольными перекрытиями			
			

Рисунок 1 – Конструктивные схемы высотных зданий

- Положительным в многофункциональных комплексах является:
- Максимально эффективное использование земельного участка под застройку;
  - Экономия ресурсов;
  - Застройки смешанного типа представляют возможности для

адаптивного многократного использования, преобразовывая заброшенные, незанятые помещения под новые функции;

- Часть аудиторий в одном комплексе оставляют для целевого назначения, обеспечивая привлечение посетителей к центру;

- Удачно спланированные и сочетаемые функции могут обеспечить синергетический эффект - взаимодополняемость потоков посетителей

- Хорошие перспективы на будущее имеют застройки смешанного типа, так при увеличении конкуренции на рынке многофункциональность становится дополнительным преимуществом.

Рассмотрим основные трудности, связанные со строительством высотных зданий средней высоты (6-30 этажей). Характерно, что для таких зданий значение имеют не только вертикальные силы, как для каждого здания, но также и горизонтальные, и в первую очередь боковое давление ветра.

Поэтому архитектор должен с самого начала проектирования заботиться о том, чтобы несущие конструкции здания включали в себя строительные элементы, достаточно жесткие в горизонтальном направлении, с целью исключения нежелательных деформаций, например, от порывов ветра. Такими элементами, обеспечивающими пространственную жесткость здания, являются: плоские системы-диски, связевые системы, системы диафрагм, плоские рамы, пространственные рамы, система жесткого соединения несущих стен.

Планировка и набор помещений первого этажа высотного дома почти всегда отличается от решений типового этажа. Поэтому в особых случаях бывает целесообразно ставить на фундамент только ядро высотного здания. Для несущих конструкций могут быть приняты следующие решения:

1. Подвешивание к перекрытиям к верхней несущей конструкции с помощью подвесных элементов «висячий дом»;

2. Опирающие стоек на опорную конструкцию (стол, мост, грибовидная конструкция) над первым этажом;

3. Консольное решение каждого перекрытия в отдельности;

4. Устройство несущей конструкции высотой в этаж, расположенной через этаж по высоте.

Подводя итоги, нельзя не отметить тот факт, что при рассмотрении архитектурно-планировочных и конструктивных решений акцентируется внимание на наилучшем обеспечении эксплуатационных требований – надежности, долговечности, теплоизоляции ограждающих конструкций, удобства эксплуатации. При рассмотрении принципиальных схем несущих конструкций следует подробно анализировать существующие конструктивные схемы высотных зданий с позиции надежности, экономичности, технологичности возведения.

## **КОМПЛЕКС ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ С БЫТОВЫМ ОБСЛУЖИВАНИЕМ**

**Кислова Н.А.**

**Научный руководитель: к.т.н., профессор Осипов Ю.К.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Жилое строительство играет самую важную роль в современном мире. Растет численность населения городов, повышаются требования к жилью, к комфортности, удобству и качеству квартир, возникает необходимость строить новые дома, более подходящие современным требованиям. Возросло количество личного транспорта, что в свою очередь привело к нехватке парковочных мест, а так же мест для постоянного хранения автомобилей. В этих условиях особую актуальность приобрели крупные комплексы с большим количеством жилых помещений и помещений бытового обслуживания. На кафедре архитектуры и строительных материалов в рамках дипломного проекта выполнена работа по созданию проекта комплекса жилых зданий с блоком обслуживания

Жилой комплекс включает в себя:

1. Квартиры, разные по количеству помещений;
2. Магазины (продуктовые, универсальные, хозяйственные)
3. Небольшие организации по производству или ремонту одежды
4. Офисные помещения
5. Места для семейного отдыха (кафе, детские площадки)
6. Гараж-стоянку

Для комфортного проживания необходимы просторные квартиры, с достаточным набором необходимых помещений (прихожая, общая комната, кухня-столовая, комнаты для отдыха, сан. узлы и коммуникационные помещения).

Проектируемый комплекс зданий располагается в удобной местности, на пересечении улиц Транспортная и Тольятти. Это место хорошо подходит для размещения жилья, так как расположено вдалеке от производственных районов, но очень удобно с транспортной точки зрения. Рядом пролегает крупная автомагистраль. Удобство состоит в наличии необходимых инженерных городских сетей. Выбранное место находится на окраине центрального района. Благодаря этому комплекс располагается в пешеходной доступности от многих жизненно важных объектов. Одним из достоинств выбранного места является расположение в непосредственной близости от парка отдыха «Водный» и реки Кондома.

Здание комплекса имеет необычную планировочную структуру, обусловленную его функциональным назначением. Композиционно оно состоит из двух объемов: массивной по объему и площади общественной части, занимающей два первых этажа и частично третий и жилой части,

представляющей из себя точечный многоэтажный дом.

Общественная часть имеет свободную планировку, это дает возможность организовать пространство в соответствии с требованиями различных организаций. На первом этаже имеются просторные помещения, на территории которых может удобно разместиться магазин. Для этой цели на первом этаже оборудованы дополнительные входы для подвоза и разгрузки продукции. Расположение магазинов в непосредственной близости от места проживания людей дает возможность сэкономить достаточно много времени, затрачиваемого на поиск необходимых товаров. Второй и третий этажи удобно подходят для более мелких магазинов либо отдельных небольших организаций.

Жилой дом крепится боковой стеной к общественному центру, но оборудован отдельным входом со двора, что позволяет не смешивать потоки жителей дома и работающего в общественной части персонала, лифт обособлен от помещений общего пользования. Это обеспечивает уединение и безопасность жителей. На каждом этаже находится по 6 квартир различных по составу и количеству помещений. Количество комнат от 1 до 3. Каждая квартира разработана с учетом максимального удобства и комфорта. Комнаты просторные и хорошо освещенные. Вход в каждую комнату осуществляются через коммуникационные помещения. Кухни достаточные по площади для удобного приготовления и проведения семейных приемов пищи.

В однокомнатных квартирах общая комната объединена с кухней для зрительного расширения пространства и соединения объемов помещений. В таких квартирах предусмотрен совмещенный санузел.

В двух- и трехкомнатных квартирах все комнаты просторные и приблизительно одного размера и удобные для проживания. В квартирах такого состава предусмотрен отдельный санузел, из-за большего количества жителей квартиры. Многие из жилых помещений имеют выход на балконы и лоджии. Наличие летних помещений повышают удобство и комфорт жилья.

Комплекс зданий обладает неповторимой архитектурной выразительностью, он разработан в соответствии с современными требованиями к эстетическому виду зданий, он прекрасно дополнит ансамбль района, придаст ему более законченный вид. Общий вид комплекса и благоустройство дворовой территории приведены на рисунках 1, 2, 3.





Рисунок 1



Рисунок 2



Рисунок 3

УДК 725.91

## **УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ВЫСТАВОЧНЫЙ ЗАЛ**

**Соколова Т.Е.**

**Научный руководитель: к.т.н., профессор Осипов Ю.К.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Сложившаяся в настоящее время экономическая ситуация стала благоприятной для развития выставочной деятельности. Отечественные предприятия, пережившие кризис, стали более активно участвовать в выставках. В условиях, когда импорт сдает свои позиции, наши предприятия имеют возможность расширить свое присутствие на внутреннем рынке.

Поэтому необходимо разрабатывать и реализовывать выставочные программы в сфере экономики, науки и техники, инноваций, образования, культуры, здравоохранения, охраны окружающей среды, развития предпринимательства, малого и среднего бизнеса, социальных программ.

Сегодня многие руководители регионов, региональных промышленных предприятий, предприниматели осознали, насколько эффективным методом завоевания рынка, поиска партнеров являются выставки.

Выставочные залы становится своего рода экспериментальной площадкой для наработки новых межрегиональных и международных

экономических связей, научно-технического и культурного сотрудничества.

Выставки могут быть тематическими и универсальными, постоянными и временными, стационарными и передвижными. При всем их многообразии назначение выставок одно – демонстрация экспозиции с целью рекламы, информации, пропаганды, внедрения, продажи, обмена опытом, привлечения внимания, воспитания.

На кафедре архитектуры и строительных материалов были разработаны проектные предложения универсального выставочного зала для условий города Новокузнецка.

В составе проекта два выставочных павильона общей площадью 2160м<sup>2</sup>, объединенных между собой композиционным ядром здания управления.

Композиционно здание состоит из трех объемов: административного, занимающего четыре этажа и двух симметрично расположенных относительно него выставочных корпусов (рисунок 1).

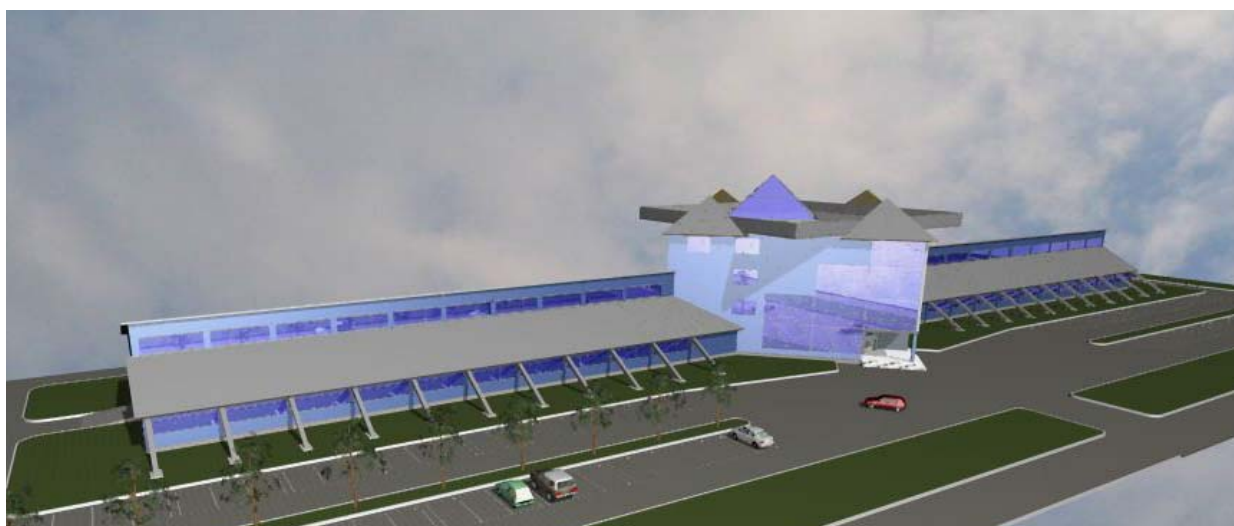


Рисунок 1 – Общий вид здания универсального выставочного зала

Квадратный в плане объем здания управления имеет атриумное пространство с естественным верхним и искусственным освещением.

С посещения регистрационного зала расположенного на первом этаже начинается посещение любого мероприятия, где здесь располагаются информационные и сервисные службы. Сотрудники сервис центра помогут гостям и участникам выставок получить желаемую информацию, сделать радио-объявление в случае необходимости или заказать такси. В регистрационном зале также находится служба охраны и гардероб.

Первый этаж занимаю два административных кабинета, малый выставочный зал, складские помещения и санитарные узлы.

На втором этаже прямо над главным входом в выставочный центр располагается кафе с сопутствующей группой обслуживающих помещений и специально предназначенными именно для кафе санитарными узлами. Также

на втором этаже расположены офисные и административные помещения и предусмотрены дополнительные выставочные площади.

Третий этаж занимают офисные помещения, дополнительные выставочные площади и санитарные узлы.

Для проведения конгрессных мероприятий, конференций, семинаров и презентаций к услугам организаторов и экспонентов предоставляется конференц-зал, расположенный на четвертом этаже. Конференц-зал примыкает к малым выставочным площадям, что является удобным для одновременного размещения экспозиции.

Основными вертикальными коммуникациями между этажами являются лестницы, расположенные в двух средних пролетах по главному фасаду. Дополнительный лестнично-лифтовой узел расположена с заднего фасада. Он рассчитан в основном для обслуживающего персонала, а также применяется для эвакуации людей в случае ЧС. Грузовой лифт, находящийся в этом узле имеет грузоподъемность 500 кг.

В здании устроено техническое подполье, для размещения сопутствующих инженерных коммуникаций.

Административное здание отделено от выставочных корпусов температурными и одновременно сейсмическими швами.

При проектировании были учтены требования, предъявляемые к зданиям этого типа. Различные помещения универсального выставочного зала сгруппированы по функциональным признакам, позволяющим организовать между ними четкие технологические взаимосвязи, отвечающие санитарно-гигиеническим и противопожарным требованиям. Эти требования актуальны для таких зданий. Соблюдены требования, прочности, устойчивости и долговечности в условиях сейсмической активности

УДК 728.8 (571.17)

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОТТЕДЖНОГО ПОСЕЛКА В ПРИГОРОДНОЙ ЗОНЕ НОВОКУЗНЕЦКА**

**Манохина Т.И., Благиных Ж.М.**

**Научный руководитель: к.арх.н., доцент Благиных Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Поселок расположен в 23 км от города Новокузнецка, недалеко от села Костенково. Разработан генеральный план поселка.

Общий рельеф поселка представляет собой склон, в нижней центральной части которого находится естественный пруд, который предполагается благоустроить в общественную рекреационную зону, включающую в себя набережную, пирс, пляж, а также здание спорткомплекса с двумя спортплощадками.

Другая – общественная зона, представляющая собой инфраструктуру поселка, включает магазин, аптеку, медпункт и другие объекты, предназначенные для обслуживания, а также для комфортного проживания жителей. Данная зона будет расположена вдоль главной композиционной оси поселения, плавно спускаясь от въезда к набережной.

В поселке размещены более 80 земельных участков размером от 650 до 3300 кв.м. Его территория разделена восемью улицами (проездами), по периметру которых будут организованы удобные пешеходные тротуары и подъезды к каждому участку.

На участках предполагается строительство, как одноквартирных жилых домов, так и двухквартирных (блокированных). Площади домов не ограничены, и определяются в основном пожеланиями заказчика. Разработано несколько проектов домов (см. рисунки 1,2).

Общий стиль коттеджей поселка можно охарактеризовать как классический, с элементами модерна и современной архитектуры (фасадное остекление, витражи, современные материалы).

В проектируемом поселке предлагается строительство кирпичных домов, отвечающих всем требованиям долговечности и практичности.

Нужно учитывать, что если для деревянных домов подходят облегченные фундаменты, то при строительстве кирпичного коттеджа, вес которого гораздо больше, нужен заглубленный фундамент. Его стоимость – это 20-30 % от общей цены «коробки» здания, надежность фундамента во многом определяет долговечность кирпичного коттеджа.

При проектировании стен кирпичного загородного дома, необходимо подумать о его теплоизоляции. Современное строительство загородных кирпичных домов предлагает два решения этой проблемы. Наружную систему теплоизоляции (утеплитель крепится снаружи здания, на него наносят штукатурку или закрывают облицовочным материалом) специалисты считают более эффективной, чем многослойную систему (колодцевую кладку, в середине которой размещают утеплитель).

Перекрытия в проекте предлагаются как сборные, так и монолитные. Плиты для сборных перекрытий имеют определенный типоразмер. Применение монолитных перекрытий позволяет свободно планировать внутреннее пространство и создавать оригинальный внешний контур кирпичного дома. Это ещё и обеспечивает легкость выполнения отделочных работ – появление трещин на стыке плит не грозит такому коттеджу. Тем не менее, оба варианта перекрытий довольно прочны: способны выдержать нагрузку 600-1250 кг/м<sup>2</sup>.

В каждом коттедже запроектированы чердак или мансарда. Чердак утепляют по перекрытию, а мансарду – по типу «пароизоляция – утеплитель – влагоизоляция». Число вентилируемых зазоров при этом зависит от характеристик кровельного материала.

Фасад в осях 1-4



Фасад в осях Д-А



Фасад в осях 4-1

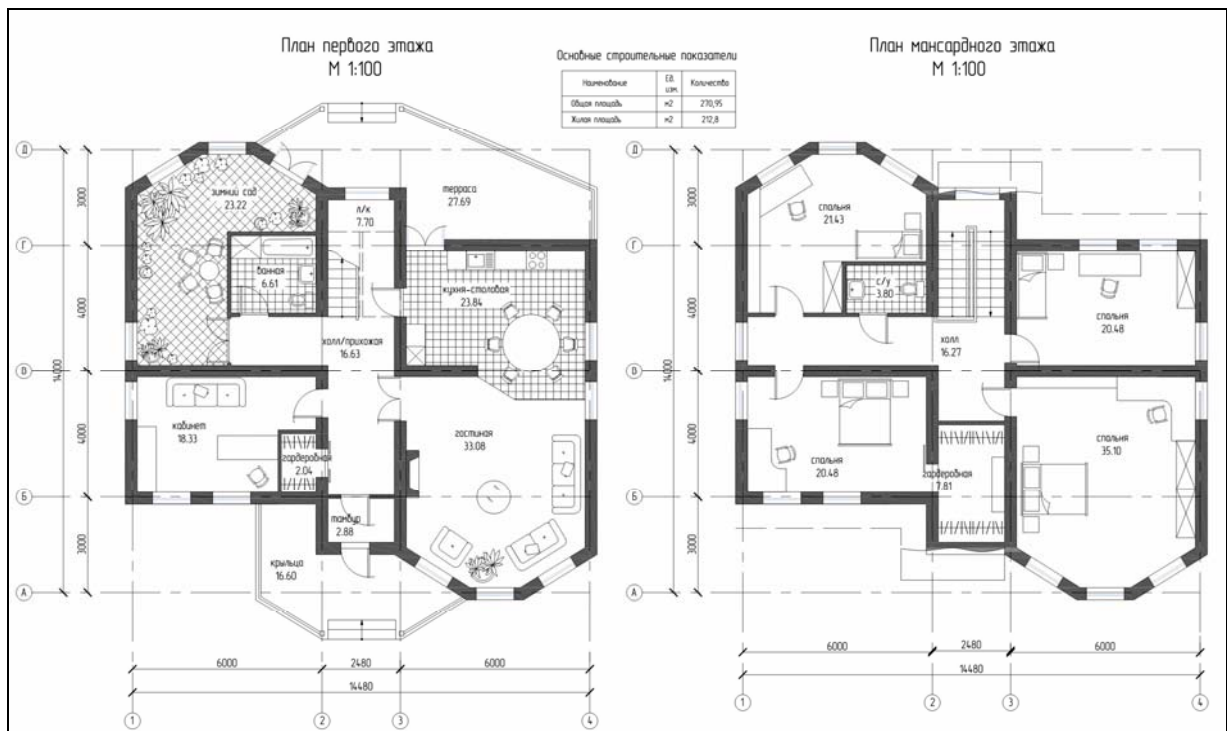


Рисунок 1 – Фасады, общий вид, планы этажей коттеджа площадью 270 кв.м

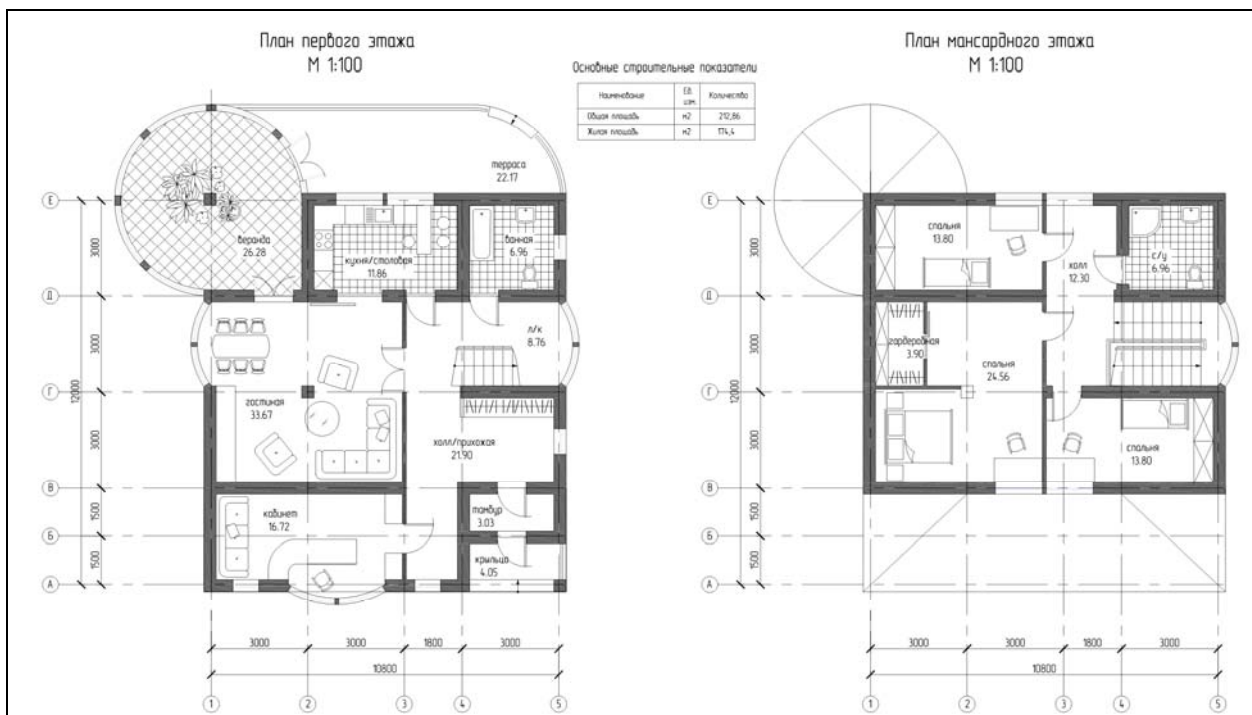
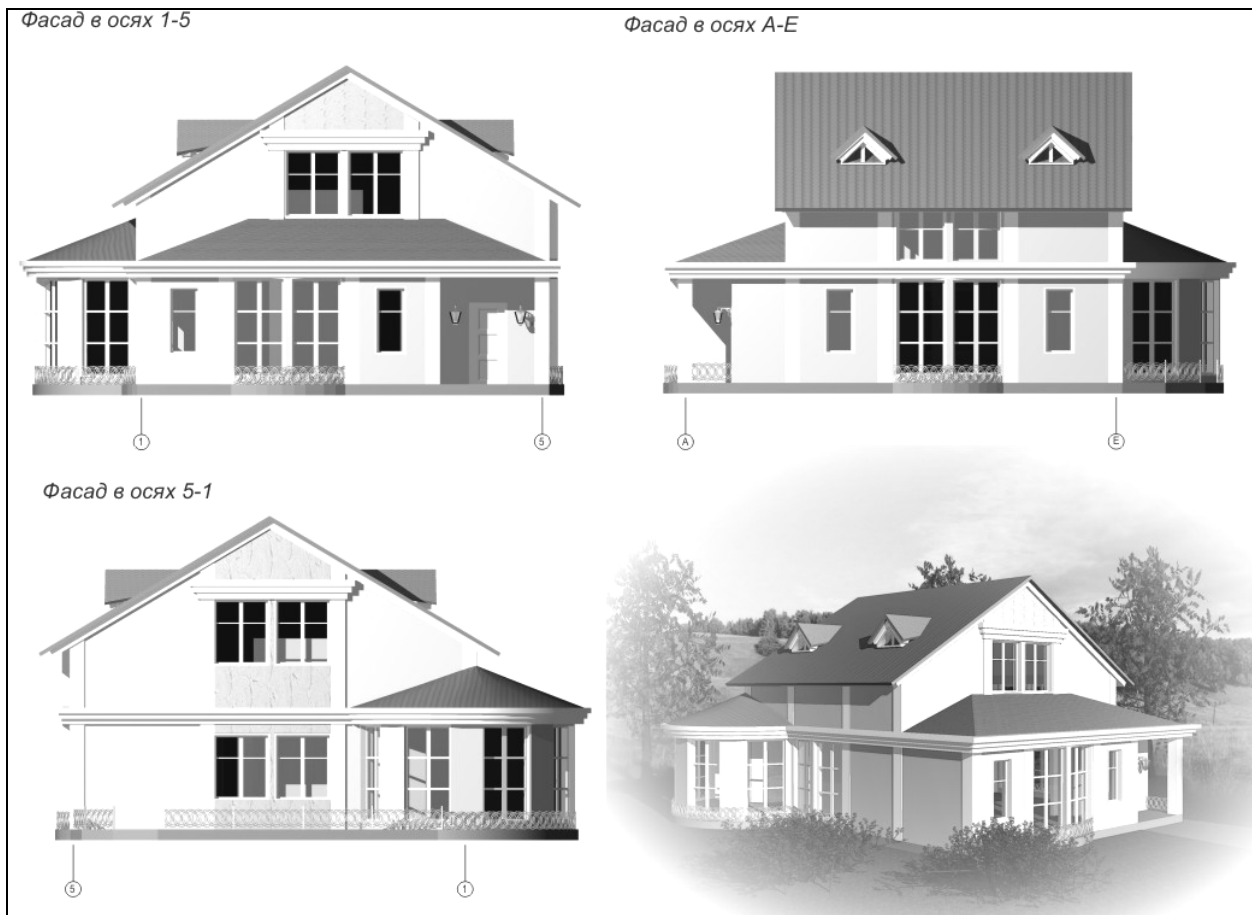


Рисунок 2 – Фасады, общий вид, планы этажей коттеджа площадью 212 кв.м

Сегодня эффективность малоэтажного блокированного и коттеджного жилища очевидна. Такие дома улучшают условия жизни населения и повышают комфортность проживания. Архитекторы, проектируя такие дома, предоставляют лучшие условия жизни большим и сложным семьям с детьми и пожилыми людьми в 5 человек и более, что помогает решать социально-демографические задачи. Кроме того, они необходимы жильцам, предпочитающим хозяйственную деятельность культурно-бытовой.

Малоэтажные здания создают уютные дворы, небольшие кварталы, застройка становится сомасштабной человеку. Индивидуальный вход в квартиры и маленький палисадник перед ними позволяет жильцам, особенно детям и пожилым людям, больше бывать на свежем воздухе, у проживающих появляется ощущение близости к природе. Возможность включения в структуру дома гаража и мастерской также повышает его комфорт.

УДК 622.6

## **МАЛОЭТАЖНОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ НА ПРИМЕРЕ КОТТЕДЖНОГО ПОСЕЛКА «СЕВЕРНАЯ ЗВЕЗДА»**

**Кишкина Н.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Андросова И.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Идет четвертый год реализации национального проекта «Доступное и комфортное жилье». Приоритеты строительной стратегии Кузбасса обозначены – развитие комплексной застройки и малоэтажного строительства. В планах строителей на ближайшие годы – возведение целого ряда объектов загородного жилья. Надо отметить, что в реализации этих проектов на территории Кузбасса стали отчетливо выделяться несколько концепций застройки: малоэтажные поселки с долевым участием бюджетов, клубная застройка элитного жилья, а также концепция, которая связала воедино все предыдущие. Жилье в таких поселках рассчитано на любой вкус и кошелек: эконом-классы, классы «комфорт» и «премиум».

Как известно, малоэтажное строительство в области имеет достаточно давнюю историю. Первыми были малоэтажные дома, строившиеся в середине-конце 90-х. Эти объекты отличали стихийность застройки, неравномерность. В результате затягивался процесс освоения территорий, отставал уровень благоустройства – все это превращало площадку для коттеджного строительства в долгострой. К началу реализации национального проекта стало ясно: будущее за малоэтажным строительством. По данным исследования ВЦИОМа за 2007 год, даже в тесной европейской части доля загородного жилья составляет около 40%, а



на бескрайних просторах Сибири интерес к нему проявляется еще больше. «Рынок загородных домов растет и будет активно развиваться при существующем дефиците городского жилья. Приобретение загородного коттеджа со всеми прилегающими постройками при схожей цене за кв. метр жилья выглядит более привлекательным вариантом, чем покупка городской квартиры», - отмечает аналитик по строительству инвестиционной компании «Атон» (г. Москва) Алексей Боков.

Преимущества загородного жилья видны даже невооруженным глазом. Первое преимущество – это по-настоящему свободная планировка. Конечно, на первичном рынке предлагаются элитные квартиры, где покупатель может сам проектировать расположение комнат и их размер, но элитное жилье является настолько дорогостоящим, что его могут себе позволить далеко не все люди. Второе преимущество – это относительная изолированность секций в таун-хаусе или коттедже. К тому же у жильцов многоквартирных домов возникает множество проблем, начиная с плановых отключений горячей воды и заканчивая неработающим лифтом. Очень важным фактором выбора в пользу загородного жилья являются экологические проблемы, которые особенно актуальны для города Новокузнецка. Для жителей коттеджа эта проблема решена: они живут в экологически благополучной зоне, и в то же время не слишком далеко от города. Следующее преимущество, о котором нельзя не упомянуть, - наличие гаража.

Из проектов комплексного строения малоэтажных и коттеджных поселений особенно выделяется возведение коттеджного поселка «Северная звезда» в 25 км от Привокзальной площади города Новокузнецка. Посёлок будет находиться в районе посёлка Северный, Новокузнецкого района Кемеровской области, рядом с п. Metallургов (шоссе Ильинское).

Проект «Северная звезда» представляет собой жилой загородный комплекс, расположенный на берегу озера и состоящий из 106 участков, предназначенных для строительства домов общей площадью 150-310 кв.метров, 82 участка предназначены для строительства секций таун-хаусов площадью 165 м.кв. в 15 зданиях. Проект поселка предполагает наличие развитой инфраструктуры, а именно:

- *Социальная инфраструктура посёлка:* минимаркет, пляж с пирсом, кафе, гостевая парковка на 130 мест, беседки-барбекю, лесные массивы для прогулок;

- *Инженерная инфраструктура:* электроснабжение 220В 15кВа, централизованная система холодного водоснабжения, централизованная система канализации для таун-хаусов, очистные сооружения, система внутрипоселковых асфальтированных дорог, система уличного освещения, система мусороприёмных площадок;

- *Благоустройство:* озеленение газонов внутрипоселковых дорог, индивидуальный септик объёмом 8 м.куб. для коттеджей;

- *Безопасность:* центральный КПП с пропускной системой и кнопкой вызова ОВО, ограждение общим забором по периметру.

- *Коммунальное обслуживание:* водоснабжение, канализация, электроснабжение, уборка дорог, мест общего пользования, вывоз мусора, дежурный электрик и сантехник.

Посёлок ориентирован на среднюю ценовую категорию. Технология строительства, материалов и оборудования предполагает максимальную экономию средств жителей посёлка в процессе эксплуатации. Подход, который был выбран при проектировании и реализации посёлка, резко отличается от той практики, которая сложилась в настоящее время при покупке земельных участков в окрестностях города Новокузнецка.

Проект «Северная звезда» имеет ряд особенностей: основная особенность – застройщик не обязывает покупателей и будущих собственников строить коттеджи по разработанным проектам, каждый волен воспользоваться и любым другим проектом дома. Единственное ограничение, фасад здания должен быть согласован с ДНП «Северная Звезда». Это требование продиктовано тем, что внешний вид зданий посёлка должен быть выдержан в едином стиле. Вторая особенность – уже готова и имеется в наличии вся разрешительная документация на землю и подведение воды и электричества, а также разрешение на строительство.



Управление и эксплуатация коттеджного поселка будет осуществляться при помощи Дачного Некоммерческого Партнерства. Земли посёлка предназначены для ведения дачного хозяйства. Порядок коллективного ведения таких хозяйств объединённых одной территорией регламентировано в ФЗ №66, по которому дачники и огородники могут быть объединены в три организованные формы: товарищество, кооператив, партнерство. Посёлок «Северная Звезда» пошел по пути партнёрства. Имущество общего пользования, созданное на взносы его членов, является собственностью такого партнёрства как юридического лица. Члены партнерства не отвечают по обязательствам партнёрства, а партнёрство не отвечает по обязательствам членов. Партнёрство вправе вести коммерческую деятельность, и соответственно, иметь прибыль от этого. НО! Вся прибыль должна быть потрачена только на нужды самого партнёрства. Председатель партнёрства отвечает за выполнение всех решений принятых общим собранием членов партнёрства. Предусмотрена уголовная ответственность Председателя и главного бухгалтера партнёрства за нецелевое

использование средств партнёрства. Для контроля финансовой и хозяйственной деятельности партнёрства существует ревизионная комиссия, которая результаты своих проверок, докладывает общему собранию. По своей сути ДНП является аналогом хорошо нам известному ТСЖ. Реализация всего посёлка рассчитана на 3 года. То есть, человек, купивший одним из последних свой участок, будет вести строительные работы еще три года. Строительство поселка предполагается только за счет собственных средств граждан, поэтому без ипотечного кредитования не обойтись.



Таун-хаус – это сблокированный коттедж. Легче всего понять, как выглядит это в действительности, представив обычную жилую пятиэтажку. Каждый подъезд это секция в статусе квартиры. То есть, каждый собственник занимает один подъезд и имеет общую стену только с соседом слева или справа. Конечно, пятиэтажными таун-хаусы никто не строит. В нашем поселке они имеют 2 этажа. Таун-хаус, как видно из самого названия это «городской дом». Но как обычно, в России всему придают свой, особый смысл. Подобного рода дома начали строить за городской чертой, в коттеджных поселках. От смены местоположения, привлекательность подобного рода жилья не снизилась. Семья продолжает иметь 100-150 метров жизненного пространства, которое включает в себя и гараж, а также небольшое количество земельного участка. В Москве к таун-хаусу прилагается 1-2 сотки, у нас же все 5. Так что, шанс иметь собственную лужайку и реализоваться в клумбостроении есть у каждого. Второй, а по значению, пожалуй, первый, довод к приобретению именно таун-хауса - это экономия. Причем экономия на всем. Сама технология строительства позволяет существенно сократить строительные затраты, стена одной секции является стеной соседней секции. Подведение коммуникаций еще одна статья экономии - эксплуатационные расходы существенно меньше.

Последнее, о чем хотелось бы поговорить, это то, из чего построить дом. Построить загородный дом можно дюжиной разных способов. Всё зависит от того, сколько вы планируете инвестировать в проект, для каких целей возводите крепость: постоянное проживание или летний отдых за

городом, и, наконец, каким материалам отдаете предпочтение. Проведённый анализ рынка строительных материалов привёл к выводу, что наиболее оптимальным, по соотношению цена/качество является *экопан*. У этого материала только один недостаток – его малое распространение. Это новый материал в Кузбассе, поэтому к нему относятся настороженно. Но как только пытливый человек, самостоятельно анализирует этот вопрос, начинает сравнивать физические и технические параметры строительного материала, стоимость работ с ним, то приходит именно к этому выводу. Распространение экопана на севере нашей страны, а также в его европейской части говорит о том, что он вполне жизнеспособен. А его цена, скорость монтажа дома и стоимость этих монтажных работ, не оставляет «камня на камне» от конкурентов - кирпича или дерева! Так что же представляет этот материал? Основой послужила канадская технология каркасно-панельного строительства зданий и сооружений из конструктивных теплоизолирующих панелей (КТП). КТП представляет собой сэндвич-панели с обшивками из ориентированно-стружечной плиты (ОСП), утеплителем из пенополистерольной плиты (ПСБ-С-25 Г1) и арматурой (каркасом) из сухого калиброванного деревянного бруса. КТП просты и технологичны.

И все же, несмотря на применение современных технологий и высоких стандартов в благоустройстве, главным преимуществом коттеджного поселка «Северная звезда» является экология места застройки. Роза ветров направлена таким образом, что все градообразующие предприятия никак не влияют на чистоту воздуха. Это идеальное место для тех, кто не просто хочет жить в престижном комплексе, а стремится к внутренней гармонии, спокойствию и созерцанию прекрасного в потоке суетной городской жизни.

#### Библиографический список

1. NordStarBook
2. Газета «Экономика Кузбасса/строительство» №3 январь 2008г.

УДК 711. 557

### **КОМПЛЕКС ГОСТИНИЦ В ПОСЕЛКЕ ГОРОДСКОГО ТИПА ШЕРЕГЕШ НА ГОРЕ ЗЕЛЕНАЯ. СОЦИАЛЬНАЯ НАПРАВЛЕННОСТЬ ПРОЕКТА КОМПЛЕКСА**

**Лазаренко О.Н., Дементьева А.П.**

**Научный руководитель: доцент Крупно М.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В настоящее время на туристическом комплексе горы Зеленая в п.г.т. «Шерегеш» просматривается недостаточное развитие туристической инфраструктуры: недостаточное число турбаз, туристических лагерей, гостиниц, кемпингов, мотелей, общая малая вместимость турбаз, ограничен

уровень комфортности предлагаемых услуг.

Территория, на которой будет располагаться проектируемый комплекс, является существующей и обладает следующими климатическими параметрами: сейсмичность района 8 баллов, температура наиболее холодной пятидневки – 41<sup>0</sup>С, глубина промерзания 2,20 метра, преобладающее направление ветра ЮЗ, грунт суглинок, снеговой район 4.

Комплекс располагается на юго-западной стороне горы Зеленая. Данная местность выбрана по следующим параметрам:

*Во первых:* гора Зеленая - это экологически чистый район. На территории изучаемого района нет промышленных предприятий. Поселок Шерегеш, где расположен рудник по добыче железной руды, находится юго-восточнее района работ на расстояние 4,00 км.

*Во вторых:* гора Зеленая является туристически значимым районом. Небывалый рост популярности среди населения активных видов досуга и отдыха, туризма, а также горнолыжного спорта, в связи с чем спрос на услуги в этой сфере в Горной Шории постепенно превышает имеющиеся предложения. Изложенное подтверждается следующими данными: в 1997 году горнолыжный комплекс посетили 5 тыс. человек, в 2000 году-12,5 тыс. человек, в 2002 году-42 тыс. человек, в 2004 году -90 тыс. человек, в 2008 году -170 тыс.человек

Прогнозируется, что с учетом создания нового современного курорта, ежегодный поток туристов, с учетом международного туризма, увеличится с 270 тысяч в 2009 и до 340 тысяч человек в 2011 году.

*В третьих:-* на сегодняшний день гора Зеленая имеет хорошее транспортное сообщение. В 2008 году открыта автодорога Таштагол - Горно-Алтайск - Турочак, которая будет обеспечивать еще больший приток туристов. К 2009 году планируется открытие новой двухполосной автодороги Чугунаш-спортивно-туристический комплекс «Шерегеш» длиной 16,3 км, что позволит туристам сократить путь на 20,00 км. Также отремонтирована автодорога Таштагол – Новокузнецк длиной 130,00 км.

Выбор территории для размещения курорта осуществлен на основе тщательного изучения природных факторов, дающих представление о климате, рельефе местности, растительности, составе почв, возможности размещения спортивных баз и гостиниц для туристов и спортсменов, организации сети учреждений для отдыха и развлечений, учреждений для содержания курорта.

Для удобства туристов, которые приехали на Зеленую на личном легковом автотранспорте, предусматриваем для всего сектора А:

1. В коммунальной зоне для обслуживания нужд комплекса предусматривается гараж на 10 спецмашин общесетевого типа.

2. Для обслуживания личных автомобилей в коммунальной зоне предусмотрена закрытая автостоянка емкостью 150-200 маш./мест.

3. В северо-восточной части территории предусмотрена открытая автостоянка на 150-200 маш./мест.

На территории проектируемого гостиничного комплекса предусматриваем открытую автостоянку вместимостью десять мест.

Главная задача – предоставить туристам дополнительный набор спортивных развлечений, увеличить масштаб и разнообразие возможных соревнований и тренировок, создать комфортные условия для круглогодичного отдыха туристов в условиях суровой зимы и жаркого лета.

Организация отдыха, создание оптимальной среды для полноценного отдыха приобретает первостепенное значение.

Большинство туристических гостиниц, отелей, ресторанов предлагают свои услуги исключительно в зимнее время года. Задачей нашего проекта является предложение услуг для посетителей в летнее и в зимнее время года.

Трассы, гостиницы, туристические домики и другие объекты по своим параметрам должны удовлетворять требованиям проведения международных соревнований.

Мы отображаем социальную направленность данного проекта. Две гостиницы элитного класса будут иметь высокую степень благоустройства: комнаты высокого уровня комфортности; централизованное холодное и горячее водоснабжение; санузлы в каждом номере; высокий сервис обслуживания; при строительстве проектом предусмотрено применение дорогих и качественных материалов. Эти гостиницы могут предложить свои услуги людям высокого уровня достатка. В ней можно снять номер на сутки с оплатой 8 тысяч рублей на человека.

Для людей со средним достатком мы предусмотрели строительство гостиницы эконом класса с более низкой степенью благоустройства: комнаты предельно возможных размеров со средним уровнем комфортабельности; санузлы на каждом этаже; общие душевые кабины на первом этаже. Все эти факторы ведут к снижению стоимости для проживания в данной гостинице. Стоимость номера предполагается на человека 3-4 тысячи рублей в сутки. В перечень услуг будут входить, выдача спортивного инвентаря, горнолыжных костюмов.

Также на площадке располагаем три туристических домика для группы туристов из 20-50 человек с малым достатком. В домиках предоставляются условия для краткосрочного отдыха при полном самообслуживании. Проектом предусмотрены: тамбур, передняя, столовая, комнаты для мужчин и женщин, кухня, умывальная, душевая, сан узел, помещение для хранения и ремонта лыж – лыжехранилище. Скромные условия проживания не снижают эмоциональной наполняемости отдыха. Стоимость номера на человека 2-3 тысячи рублей в сутки.

В летнее время года также будут предоставляться медицинские и оздоровительные услуги: походы и экскурсии на кресельную дорогу, на гору Зеленая в сопровождении гида; поездки на снегоходах до поклонного креста; конные и вертолетные маршруты; возможность пользования открытым бассейном; спортивные игры и занятия с квалифицированными тренерами; сплавы по горным рекам; прекрасная рыбалка; множество экскурсий по

удивительным по красоте карстовым пещерам «Шерегеша».

Все лечебные процедуры будут предоставляться в отдельно стоящем оздоровительном двухэтажном здании. Помещения предусмотрены для процедур массажа, ароматерапии, грязевых ванн, фитобочки, солярия, тренировок с опытными тренерами по фитнесу, йоги, аквааэробики. Отдельное помещение предусматриваем для парикмахерской с услугами стилистов и визажистов.

В проекте разработаны меры по безопасности и экологичности объекта строительства. Это очень важно, так как Таштагольский район входит в состав курортных зон, что повышает требование к экологии.

В рамках оздоровительной программы рассмотрены варианты подачи питьевой воды повышенного качества.

Развитие туризма, отдыха и спорта в Горной Шории должно стать одним из приоритетных направлений социально-экономического развития района. Данный район Кемеровской области оказывает стимулирующее воздействие на многие секторы экономики; позволяет осуществлять структурную перестройку экономики региона, ранее направленной, в основном, на создание горнорудной базы металлургической промышленности.

Работа над Комплексной программой социально-экономического развития Таштагольского муниципального района позволила сделать вывод: перспективы развития туризма усиливают инвестиционную привлекательность территории. Привлекательность территории предусматривает с одной стороны, реализацию совокупного туристического продукта, с другой - обеспечивает условия для создания рабочих мест для местного населения; учет национальных и историко-культурных особенностей; а также создание системы рационального природопользования, повышения качества жизненного уровня населения региона.

Проект является актуальным, так как его главной задачей является разработка целого комплекса гостиниц с инженерной и социальной инфраструктурой, которая обеспечит для посетителей предоставление услуг и в летнее и в зимнее время года.

Мы отображаем социальную направленность данного проекта. В проекте предусмотрен отдых для населения с различным финансовым положением:

- для элитного класса две гостиницы имеющие высокую степень благоустройства;
- со средним достатком гостиница эконом класса с более низкой степенью благоустройства,
- с малым достатком три туристических домика для группы туристов из 20-50 человек.

Но сколько бы туристы не платили за отдых, все будут довольны комфортом проживания, количеством и уровнем предоставляемых услуг.

## **ОЗДОРОВИТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР В КОМПЛЕКСЕ ГОСТИНИЦ НА ГОРЕ ЗЕЛЕНАЯ В П.Г.Т. ШЕРЕГЕШ**

**Рогалев Е.Д., Эрих А.В.**

**Научный руководитель: доцент Круппо М.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Горная Шория – это горнолыжный спорт и туризм. Самой природой здесь созданы уникальные условия для развития горнолыжного курорта: крутизна склонов достигают 50 градусов, продолжительность залегания снежного покрова – 7 месяцев, ясная умеренно морозная погода без ветра, легкий «холодный» снег, похвастаться которым может не каждый горнолыжный курорт мира. Высокий уровень трасс горы «Зеленая» (г/к «Мустаг») признан специалистами международной Федерации горнолыжного спорта и сноуборда. Здесь неоднократно проводились профессиональные и любительские Чемпионаты России по горнолыжному спорту и сноуборду.

С каждым годом Горная Шория, в том числе и г. Зеленая пользуется большим спросом у российских и даже иностранных туристов. Уже сейчас на горе Зеленой насчитывается около 35 различных гостиниц, но самое широкое распространение получили гостиницы класса «Люкс» и вплоть до апартаментов. Большинство туристических гостиниц и других гостиничных комплексов предлагают свои услуги исключительно в зимнее время года. Задачей нашего проекта является, предложение услуг отдыха для туристов в любое время года.

Однако на горнолыжном курорте необходимо иметь не только гостиницы высокого уровня - для людей с высоким достатком, но еще нужно ориентироваться и на людей с более низкими доходами. Например, таких групп, как студенты и преподаватели школ и вузов. Эта категория населения не может пока позволить себе отдыхать в гостиницах класса «люкс», поэтому необходимо строить гостиницы и для этой категории людей, а также оздоровительные центры, так как здоровье – одно из основных условий счастья человека. Без здоровья человек не получит никакого удовольствия и удовлетворения в своей жизни. Поэтому упор центра идет именно на оздоровление туристов, ведь здоровый человек более работоспособен, энергичен и красив, он меньше подвергается стрессам и влияниям внешней среды.

Проектируемый оздоровительный центр располагается в поселке Шерегеш на горе Зеленая Таштагольского района и обладает следующими климатическими параметрами: сейсмичность района 8 баллов, температура наиболее холодной пятидневки – 41<sup>0</sup>С, глубина промерзания 2,20 метра, преобладающее направление ветра ЮЗ, грунт суглинок, снеговой район 4.



Проектируемое здание представляет собой двухэтажное здание с эксплуатируемым подвальным (цокольным) этажом, со следующими конструкциями:

- фундаменты – монолитная железобетонная плита толщиной 400мм, армированная сетками марки О12АIII;
- стены подвала – из железобетонных стеновых блоков ФБС толщиной 600мм с облицовкой кирпичом М100 на растворе М75;
- стены первого этажа кирпичные М100 на растворе М75 с утеплителем и последующей облицовкой фасадным профилем «VinyTherm» или металлическим сайдингом;
- перегородки ненесущие – гипсокартонные по металлическому каркасу толщ. 100мм;
- перекрытия – сборные железобетонные плиты;
- крыша – скатная;
- кровля – металлочерепица «Rannila» по деревянной обрешетке;
- оконные блоки – с металлопластиковыми переплетами и стеклопакетами b=36 мм;
- дверные блоки наружные с утеплением, индивидуальные;
- дверные блоки внутренние – деревянные высотой 2,10м и металлопластиковые Н=2,10м для нормируемых помещений – труднооткрываемые и противопожарные;
- потолки – пластиковые и окрашенные водоэмульсионной краской;
- полы – керамическая плитка, дощатые, ковровое покрытие;
- лестничные марши и площадки – деревянные проступи по металлическим косоурам;
- подоконные доски – ламинированные или их ПВХ.

Оздоровительный центр проектируем с полным набором необходимых помещений согласно своему назначению.

На цокольном этаже: техническое помещение, лестничная клетка, фойе, две комнаты отдыха с бассейном, две парные, два санузла с душем.

На первом этаже: тамбур, фойе, два кабинета для врачей, два зала ожидания, массажный кабинет, два санузла с душем, лестничная клетка, коридор и бельевая комната.

В оздоровительном центре будут предоставляться все лечебные процедуры. Также, все туристы, приезжающие на данный горнолыжный курорт, обязательно получают ряд положительных эмоций и хорошее позитивное настроение. Некоторым группам населения на территории гостиничного комплекса в оздоровительном центре мы обеспечиваем не только активный отдых, но и профессиональное оздоровление, которое обязательно пойдет на пользу. Центр предлагает следующие услуги: массаж, гидромассаж, физиотерапия, грязевые ванны, гирудотерапия (лечение пиявками), фитобочка, солярий, тренажерные залы, услуги визажиста, парикмахера, косметолога и др.

Здоровье должно стать ведущей потребностью каждого человека на протяжении его жизненного пути.

УДК 728. 51

## **ПЛАНИРОВОЧНЫЕ РЕШЕНИЯ КОМПЛЕКСА ГОСТИНИЦ НА ГОРЕ ЗЕЛЕНАЯ В П.Г.Т. ШЕРЕГЕШ**

**Лазаренко О.Н., Дементьева А. П.**

**Научный руководитель: доцент Крупно М.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Данным проектом предусматривается разработка гостиничного комплекса на горе Зеленая.

Выбор территории для размещения гостиниц осуществлен на основе тщательного изучения природных факторов, дающих представление о климате, рельефе местности, возможности размещения спортивных баз и гостиниц для туристов и спортсменов, организации сети учреждений для отдыха и развлечений, удобных внешних связей.

Комплекс располагается на юго-западной стороне горы Зеленая. Территория комплекса визуально делится на две зоны, каждая из которых включает в себя по три площадки, расположенные на разных уровнях. Перепад между площадками первой зоны - 5,00 м, второй зоны - 3,50 м.

На территории первой зоны располагаются здания гостиниц элитного класса, которые стоят на разных высотных отметках.

Ниже уровнем, на спланированной площадке, располагаем автостоянку на 10 автомобилей. Площадку ограждаем перилами, необходимыми по технике безопасности.

На площадке, где находится гостиница элитного класса располагаем площадку для детей. Площадку оборудуем тремя скамьями для родителей, детской песочницей, качелями. С левой стороны от входа располагаем плавательный бассейн открытого типа сезонного действия, рядом расставляем шезлонги, кабинки для переодевания, три столика со скамейками для отдыха. Рядом с гостиницей с левой стороны от центрального входа находится зона отдыха с клумбой и скамейками.

Территория второй зоны также разделена на три площадки, которые располагаются на разных высотных отметках. На уровне выше площадки с гостиницей эконом класса размещена спортивная зона, включающая в себя стадион для игры в баскетбол и для бега. К стадиону прилегает площадка размерами 8,00 × 5,00 м, для игры в настольный теннис, также на данной площадке располагаем две скамейки и турники.

На уровень ниже от гостиницы эконом класса располагаем площадку для туристического отдыха. В центре данной площадки будет находиться

зона для отдыха у костра, располагаемого в специальном костревище. Вокруг костревища располагаем лавки для сидения больших компаний и мини стулья из деревянных чурок для отдыха более маленьких компаний. Также эта зона будет иметь место для расположения палаток для ночлега. Рядом проектируем детскую площадку, включающую: песочницу, лавки для родителей, качели, карусель, детский домик в форме шалаша. На эту территорию можно попасть по лестницам. При неблагоприятной погоде, можно укрыться в палатках оборудованных столом и стульями. Парковая мебель по проекту будет встречается часто на территории комплекса, она необходима для быстрого и доступного отдыха посетителей.

Также на площадке располагаем три туристических домика для группы туристов из 20-50 человек с небольшим достатком. В домиках предполагается предоставлять условия для краткосрочного отдыха при полном самообслуживании.

Все лечебные процедуры будут предоставляться в отдельно стоящем оздоровительном двухэтажном здании.

Задачей проекта является благоустройство прилегающую территорию. На территории комплекса располагается открытый бассейн сезонного действия площадью 5,00м×10,00 м с прилегающими к нему лежанками, зона для отдыха более пожилых людей, площадки для детей, спортивные площадки, зона для туристического отдыха у костра.

Озеленяем территорию деревьями и кустарниками, характерными для данного района, такие как: береза, ель обыкновенная, сирень, сосна. Озеленение производим равномерное по всей территории комплекса: деревья и кустарники будут высажены как группами, так и по отдельности. Подпорная стенка между площадками запроектирована из сборного железобетона, с нанесенными на нее изображениями природных ландшафтов, частично засеивается травой.

В связи с планировочным решением комплекса необходима разработка вертикальной планировки шести площадок. Земляные работы комплексно механизированные и выполняются поточным методом.

Площадка разбивается на квадраты. На территории гостиниц первого и второго порядка квадраты со сторонами 15,00 ×15,00 м, на территории гостиницы эконом класса 10,00 ×10,00 м. В общем территория всего комплекса включает в себя 6 разноуровневых площадок: 3 на территории гостиницы эконом класса; 3 на территории гостиниц элитного класса. Площадки разделяются между собой подпорными стенками из сборного железобетона. Размеры трех площадок 30,00 × 70,00 м; двух 40,00 × 20, 00 м; одной 56,00 × 20,00 м.

Суммарный объем земляных работ определен как сумма объемов грунта, располагающегося в отдельных квадратах и прилегающих к ним откосов.

Площадка А:  $V_n = 1847,09 \text{ м}^3$ ,  $V_v = 1774,46 \text{ м}^3$ . Расхождение между объемами 3,9%, т.е баланс земляных работ является нулевым на данной

площадке.

Площадка Б:  $V_n = 1731,63 \text{ м}^3$ ,  $V_b = 1784,7 \text{ м}^3$ . Расхождение между объемами выемки и насыпи 2,9%, т.е баланс земляных работ является нулевым.

Площадка В:  $V_n = 1435,87 \text{ м}^3$ ,  $V_b = 1358,55 \text{ м}^3$ . Расхождение между объемами выемки и насыпи 5% т.е баланс земляных работ является нулевым.

Площадка Г:  $V_n = 567,77 \text{ м}^3$ ,  $V_b = 565,48 \text{ м}^3$ . Расхождение между объемами выемки и насыпи 0,4%, т.е баланс земляных работ является нулевым.

Площадка Д:  $V_n = 536,23 \text{ м}^3$ ,  $V_b = 491,83 \text{ м}^3$ . Расхождение между объемами выемки и насыпи 5 %, т.е баланс земляных работ является нулевым.

Площадка Е:  $V_n = 430,54 \text{ м}^3$ ,  $V_b = 420,08 \text{ м}^3$ . Расхождение между объемами выемки и насыпи 2,43 %, т.е баланс земляных работ является нулевым.

По технико-экономическим параметрам был подобран комплект машин для разработки площадок. Срезка растительного слоя выполняется автогрейдером марки ДЗ-99(Д710Б). Разработка грунта ведется бульдозером марки ДЗ-53(Д686) с шириной захвата 3,2 метра. Уплотнение осуществляется самоходными катками марки ДУ-29А, уплотнение осуществляется путем последующих круговых проходов по всей площади насыпи.

На предварительно спланированных площадках произвели разработку котлованов под здания гостиниц. По технико-экономическим параметрам был подобран комплект машин. Разработка котлована осуществляется экскаватором ЭО-4121 оборудованного обратной лопатой, рабочая зона располагается ниже горизонта стоянки. Разработка ведется в отвал и параллельно в транспортное средство марки ЗИЛ ММЗ 555 с грузоподъемностью 4.50 т. недобор грунта составляет 0,15 м и разрабатывается бульдозером марки ДЗ 8 (Д 271А). Обратная засыпка осуществляется бульдозером с последующим уплотнением самоходным катком, после установки фундамента.

Для строительства комплекса в проекте разработан сетевой график строительства объекта. Все виды общестроительных работ расположены в технологической последовательности с указанием начала и окончания работ, сменности, количества рабочих, объема данных работ. Строительство ведется на трех смежных захватках, каждая захватка отдельная гостиница. После построения графика был установлен срок нулевых работ в 25 дней. Нормативный срок строительства для комплекса гостиниц шесть месяцев.

Главными вопросами безопасной организации работ, кроме выбора наиболее рационального метода монтажа и соответствующей последовательности установки отдельных элементов, являются: определение необходимых приспособлений для производства всех видов монтажных процессов и рабочих операций.

Строительство гостиницы, путем проведения строительных работ и транспортирования материалов, несет за собой негативное влияние на окружающую среду, воздействует на атмосферу, гидросферу и литосферу данного района. Поэтому санитарно – защитную зону от близко расположенных комплексов гостиниц приняли 40,00 м, принимаемая ее в соответствии с СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03.

Любой строительный процесс связан с образованием строительного мусора и твердых бытовых отходов. В результате происходит загрязнение почвы. В условиях строительства подразумевается вывоз строительного мусора на городскую свалку, за пределы Шерегеша.

Контроль качества и правильности приемки земляных работ проектом предусмотрен систематическим наблюдением за соответствием выполненных работ: согласно проекту и нормативным требованиям, правилам производства работ; путем проверки качества и промежуточной приемки с составлением актов на скрытые работы.

В результате разработки комплекса гостиниц был изменен сложный рельеф на более пологий, что улучшило его визуальное восприятие, позволило возвести на участке гостиничный комплекс.

УДК 728. 54

## **ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОЕ РЕШЕНИЕ ТУРИСТИЧЕСКИХ ДОМИКОВ В КОМПЛЕКСЕ ГОСТИНИЦ НА ГОРЕ ЗЕЛЕНАЯ В П. Г. Т. ШЕРЕГЕШ**

**Лазаренко О.Н., Дементьева А.П.**

**Научный руководитель: доцент Круппо М.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В настоящее время на горе Зеленая идет интенсивное строительство гостиниц, в основном экстра-класса. Однако просматривается и крайне недостаточное развитие туристической инфраструктуры, в том числе по вопросам предоставления услуг большим группам туристов и за небольшие деньги.

Наша главная задача создать комфортные условия для круглогодичного отдыха туристов с различным достатком в условиях суровой зимы и жаркого лета.

Три туристических домика рассчитаны на отдых группы туристов из 20-50 человек с малым достатком. В домиках предоставляются условия для краткосрочного отдыха при полном самообслуживании. Скромные условия проживания не снижают эмоциональной наполняемости отдыха. Стоимость номера на человека 2-3 тысячи рублей в сутки.

Одноэтажный домик с мансардным этажом, сложной формы

размерами 18,10×20,20 м.

На первом этаже располагаются:

- Тамбур имеет размеры 4,30×2,50 м, для возможности прохода туристов с лыжами, а также очистки снега с одежды;

- помещение для хранения и ремонта лыж - лыжехранилище. Выделение лыжехранилища в отдельное помещение обеспечивает наилучшее условия для хранения и ремонта лыж. Лыжехранилище оборудуем устройствами для хранения, мелкого ремонта и смазки лыж;

- передняя служит основным узлом связи между помещениями приюта. Оборудуем переднюю простейшими вешалками для открытой просушки одежды и обуви;

- столовая, совмещенная с кухней, оборудована многоместными обеденными столами, стульями и скамейками. Для удобства проживания расстояние от стены до обеденных столов 2,00 м, расстояние между столами 0,70 м, ширина проходов 1,50 м. Кухня предусматривается с полным самообслуживанием из расчета одновременного приготовления пищи для всех туристов. Кухню оборудуем электрической плитой. Также кроме плиты располагаем столы для обработки продуктов, шкафа для посуды. Над плитой устанавливаем вытяжку.

- туалетные комнаты и душевые с санузлом проектируем раздельными для мужчин и женщин.

- комнаты отдыха для мужчин на 20 мест и женщин на 20 мест. Отдаем предпочтение 2-ярусным кроватям шириной 0,80 м, которые позволяют экономично использовать жилую площадь. Также в спальнях комнатах предусматриваем шкаф для рюкзаков, одежды и вешалку для верхней одежды.

На мансардном этаже располагаем комнату отдыха с 16 спальными местами, столиком и скамейками, шкафом для вещей. С мансардного этажа запроектирован выход на застекленную просторную веранду.

Мансарда своим рождением обязана фамилии французского инженера Ф. Мансара. Под мансардой понимают помещения под крутой крышей, используемое для жилья и хозяйственных целей.

Крыша одноуровневая симметричная ломаная покрытая металлочерепицей. Уклон кровли над столовой  $15^{\circ}$ , уклон над комнатами отдыха и мансардой  $50^{\circ}$ .

Проектируя чердак, выбрали конструкцию стропил, которые исключили средние вертикальные опоры и раскосы - это может помешать планировке будущих помещений. Система беспрогонных стропил не создает трудностей при планировке помещений в объеме чердака. Используя мансарду с чердачным покрытием, для того чтобы уменьшить отапливаемый объем здания, применяем горизонтальную поверхность потолка.

Для мансардного этажа выбираем легкие конструкции и материалы, поскольку, с одной стороны, следует максимально облегчить их транспортировку на этаж, а с другой, собственная масса конструкций должна

быть минимальна, с учетом той нагрузки, которая будет перенесена на уже существующий этаж. Кровельное покрытие должно соответствовать этим же предпосылкам, то есть должно быть выполнено преимущественно из легких материалов в виде металлочерепицы.

Металлочерепица с объемным фигурным профилем. Профиль данной конструкции имитирует поверхность черепичной кровли, поэтому привлекает своей яркой декоративностью и качественно выполненным защитным покрытием. Покрытие состоит из оцинковки тонкого листа специальной стали (0,50 мм), из пяти слоев стойких полимерных составов, наносимых в специальных камерах по особой технологии. Главным достоинством и преимуществами такой черепицы являются ее высокая долговечность – более 100 лет, а также простота эксплуатации и ремонта. Недостаток черепичной кровли стали ее большая масса (70 кг/м<sup>2</sup>) и высокая начальная стоимость.

Мансардный этаж, в большей степени, чем нижние этажи, подвержен потерям тепла по той простой причине, что над ним нет «тепловой подушки». Он имеет большую общую поверхность соприкосновения с внешней средой. Из соображений комфорта и экономии, необходимо правильное конструирование крыши, а также эффективная и тщательная теплоизоляция.

Проникающая снаружи влага отводится гидроизоляционным слоем, укрепленным на стропилах. Крыша отводит проникшую влагу, что достигается обычно двумя уровнями внутренней вентиляции. Первый уровень находится между кровельным покрытием и гидроизоляционным слоем, второй – между гидроизоляцией и теплоизоляцией.

В качестве источников освещения мансардного этажа используем традиционные окна и балконную дверь, выходящую на просторную застекленную веранду и специально разработанные для этих целей мансардные окна, которые устанавливаем в плоскости кровли, которые помогают усилить пластику фасада здания и завершить его архитектурное решение.

Свет от мансардного окна распространяется равномерно по всему помещению, при этом отсутствуют глухие боковые отсеки, которые заслоняют свет. Мансардные окна пропускают нужное количество света при меньшей площади проема. Они обеспечивают полную защиту от внешних воздействий.

Систему открывания окон применяем в виде подвеса створки к коробке по средней оси, вокруг которой и поворачивается окно при открывании. Для проветривания помещения система открывания позволяет фиксировать окно в нескольких положениях, а для обеспечения естественной вентиляции при полностью закрытом окне в коробку оконного блока встроено специальное вентиляционное приспособление.

Мансардные окна безопасны в эвакуации, так как в стеклопакетах предусматриваем закаленные стекла с повышенной прочностью к

механическим нагрузкам.

Деревянные элементы окна (клееная сосновая древесина) предусматриваем защищенными снаружи от внешних воздействий алюминиевыми профилями с полиэфировым покрытием.

Для контроля количества и направления солнечного света, проникающего в помещение, используем жалюзи.

На первом этаже устанавливаем деревянные вентилируемые окна со стеклопакетами, так как они являются безопасными для здоровья и организма человека, не выделяют вредных запахов, долговечны. Снаружи деревянные панели защищены пластиковыми накладками.

Каждый домик имеет два выхода для удобства перемещения туристов, а также в случае пожара.

Возле каждого выхода расположены площадки мощенные природным камнем. На площадках размещаем две скамейки для отдыха туристов. Вокруг площадок проектируем высаживание цветов в вазах; вокруг каждого дома - садовые культуры.

Домики отапливаются с помощью тепловой сети от собственной котельной расположенной на участке гостиничного комплекса.

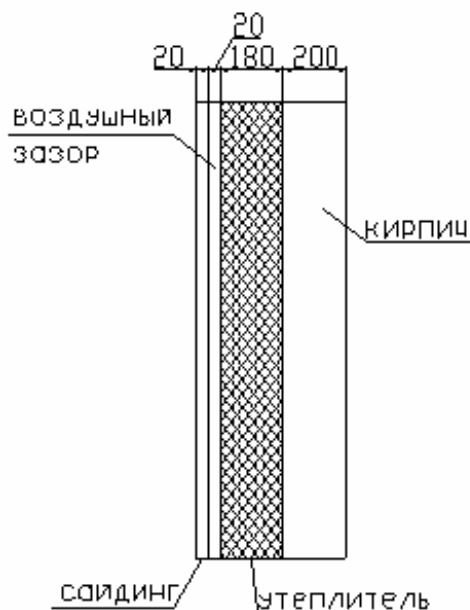


Рисунок 1 – Схема конструкции стены

Толщина стены 500 мм: Кирпич 200 мм; Утеплитель 180мм; Воздушный зазор 20мм; Облицовка металлическим сайдингом 20мм.

Проект интересен тем, что на небольшой площади домика можно разместить большое количество отдыхающих.

Удобная планировка домиков с учетом всех потребностей человека, комфортные условия, недорогое проживание, быстрый доступ к месту отдыха – близко расположены трассы высокой, средней и легкой сложности – все эти факторы ведут к тому, что наши туристические домики в комплексе гостиниц на горе Зеленая заинтересуют туристов на его



посещение.

УДК 728.54

## **ГОСТИНИЦА ЭКОНОМ КЛАССА В КОМПЛЕКСЕ ГОСТИНИЦ НА ГОРЕ ЗЕЛЕНАЯ В ПОСЕЛКЕ ГОРОДСКОГО ТИПА ШЕРЕГЕШ**

**Кутищева Е.С., Федоренко Е.В.**

**Научный руководитель: доцент Круппо М.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет*

*г. Новокузнецк*

Водоснабжение в гостинице запроектировано по наивысшим технологическим требованиям.

На первом и втором этаже имеются общие санкабины, общие душевые кабины расположены на первом этаже, в среднем одна кабина на 15 человек.

В гостинице не предусмотрен пункт организованного питания, зато имеется кухня, где отдыхающие могут приготовить себе несложные блюда или разогреть пищу.

Система В1 принята тупиковая, схема с нижней разводкой, магистрали располагаем в неэксплуатируемом техподполье. Для системы внутреннего водоснабжения приняты металлопластиковые трубы Фузиотерм, температура транспортируемой жидкости 20°.

В гостинице предусмотрена система первичного пожаротушения УВП «РОСА-М», которая дает возможность вовремя предотвратить распространение огня. Краны расположены из условия досягаемости любого участка для действия противопожарной системы на стояках В1-1 и В1-7 на первом и втором этажах.

Поливочные краны для поливки территории в летнее время устроены от сети внутреннего хозяйственно-питьевого водопровода и расположены с двух сторон здания на высоте 0,35 м от поверхности земли. Расстояние между кранами составляет 63,00 м.

Поливочные краны для уборки помещений расположены внутри помещений на высоте 1.25 м от уровня пола с подводкой труб холодной и горячей воды.

Для данной гостиницы принимаем закрытую систему ЦГВ. Вода поступает из местной котельной. Т.к. в гостинице возможен неравномерный отбор воды, то предусматриваем циркуляционный трубопровод, проходящий по магистрали в техническом подполье на отм. -0.70м.

Прокладку магистралей и разводов предусматриваем также в тех. подполье. Для внутреннего горячего водоснабжения принимаем металлопластиковые трубы Фузиотерм Штаби, температура транспортируемой жидкости - 70°. Для циркуляционного трубопровода также принимаем трубы Фузиотерм Штаби.

На вводе горячей и холодной и горячей воды устраиваем водомерные узлы, в состав которого входит водосчетчик, задвижки, обводная линия, спускной кран .

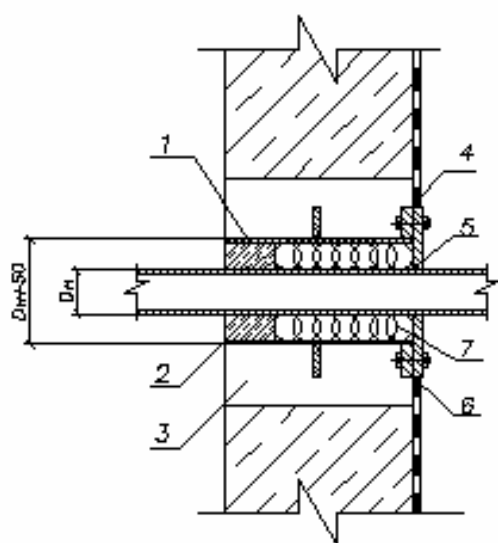
В данной гостинице предусмотрена система хозяйственно-бытовой канализации с последующим удалением сточных вод в существующую наружную сеть Ø300.

Поэтажные отводы проложены с уклоном 0,03 вдоль стен, скрыто за облицовкой.

В душевом отделении устроены трапы Ø 100, уклон пола 0,02 в сторону трапа.

Во избежание срыва гидрозатворов и нормальной транспортировки сточных вод к выпуску предусматриваем вентиляцию стояков. Для этого используем вентиляционные клапаны, они заменяют традиционные трубы устраиваемые на кровле. Клапаны не допускают выхода газа из канала, что позволяет располагать их внутри помещения, это экономит материалы и затраты кровельные работы и исключает протекание крыши из-за плохой герметичности стыка кровли и вент. труб.

Все сети внутренней канализации выполнены из чугунных канализационных труб ГОСТ 6942-98. Выпуск проложен в подполье с уклоном 0,03, при пересечении фундамента устроен проем 400\*400 с заделкой стыков.



Условные обозначения:

- 1—Патрубок
- 2—Цементно-песчаный раствор
- 3—Состав Кальматрон—Эконом
- 4—Защитный слой КАЛЬМАТРОН. Толщина слоя 2—3мм
- 5—Надвижной фланец
- 6—Болт  $\phi$  8(шт.), заранее приварить к фланцу патрубка
- 7—Памя пропитанная битумом

Рисунок 1 – Узел прокладки сантехнических труб с гидрозатвором при новом строительстве

**РЕШЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ  
В ПРОЕКТЕ ОТОПЛЕНИЯ ГОРЯЧЕГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ  
НА ГОРЕ ЗЕЛЕНАЯ В ПОСЕЛКЕ ГОРОДСКОГО ТИПА ШЕРЕГЕШ**

**Рогалев Е.Д., Эрих А.В.**

**Научный руководитель: доцент Крупно М.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Тема дипломного проекта «Комплекс гостиниц в поселке городского типа Шерегеш на горе Зеленая». Комплекс располагается на юго-западной стороне горы Зеленая.

Важным аспектом в плане комфорта и проживания на этой территории является - отопление данного гостиничного комплекса, состоящего из двух гостиниц класса «люкс», одной гостиницы эконом класса, трех туристических домиков и оздоровительного центра. В настоящее время на данном горнолыжном курорте в основном существует частный гостиничный бизнес. Отопление в основном индивидуальное электрическое (электрокотлы), для каждой отдельно стоящей гостиницы. Общеизвестно, что электричество является отнюдь не самым дешевым средством отопления и с каждым годом оно, как и другие виды топлива дорожает. А сейчас, на территории горы «Зеленая» уже наблюдается нехватка электричества, поэтому предлагаем альтернативные варианты отопления:

- 1 – отопление, работающее на дизельном топливе,
- 2 – отопление, работающее на каменном угле,
- 3 – отопление, работающее на буром угле,
- 4 – отопление, работающее на природном газе.

В проекте рассмотрено два вида отопления и горячего водоснабжения:

I. С непосредственным нагревом воды в тепловом узле каждой отдельно стоящей гостиницы;

II. С нагревом воды для всего гостиничного комплекса в отдельно стоящей котельной.

Внутри каждого вида рассмотрены котлы, работающие на твердом (каменный и бурый уголь) и жидком (дизельное топливо и природный газ) топливе.

Необходимое количество тепла для отопления и горячего водоснабжения для каждой из гостиниц класса «Люкс» составляет  $Q = 1,50$  Гкал/час. Для трех туристических домиков  $Q=0,25$ Гкал/час и для оздоровительного центра  $Q =0,25$ Гкал/час. Общий строительный объем этого комплекса составляет  $W=13400,00\text{м}^3$ .

I. Выбор котлов для одной гостиницы:

1.1 Гефест-1,8-95Шп теплопроизводительностью 1,55Гкал/ч, работающем на каменном угле с расходом топлива 340,00кг/ч. Стоимость

котла составляет 737,00 тыс./руб. Производитель «Бийский котельный завод»

1.2 Гефест-1,8-95Шп теплопроизводительностью 1,55Гкал/ч, работающем на буром угле с расходом топлива 500,00кг/ч. Стоимость котла составляет 737,00 тыс./руб. Производитель «Бийский котельный завод»

1.3 Прометей-2,5-115Гс/ЛЖ теплопроизводительностью 2,15Гкал/ч, работающим на природном газе с расходом топлива – 288,00м<sup>3</sup>/ч. Стоимость котла составляет 460,00 тыс./руб. Производитель «Бийский котельный завод».

1.4 Прометей-2,5-115Гс/ЛЖ теплопроизводительностью 2,15Гкал/ч, работающим на дизельном топливе с расходом топлива – 230,00кг./ч. Стоимость котла составляет 460,00 тыс./руб. Производитель «Бийский котельный завод».

Таблица 1 – Основные технико-экономические показатели

Наименование	Ед. изм.	Номера вариантов котлов			
		1	2	3	4
Затраты на топливо	руб./год	3.946.380	3.249.960	4.524.785	30.396.280
Затраты на электроэнергию	руб./год	105.733			
Затраты на воду	руб./год	105.120		120.888	
Затраты на амортизацию	руб./год	60.434		37.720	
Затраты на текущий ремонт	руб./год	12.087		12.087	
Затраты на общие расходы	руб./год	231.006		253.039	
Затраты на заработную плату	руб/год	697.500		798.200	
Приведенные затраты	руб./год	5.137.586	4.441.166	5.836.183	31.707.678

Технико-экономические расчеты показали: выгодно применять котел Гефест-1,8-95 Шп, работающий на буром угле приведенные затраты при этом для второго варианта составляют - 4,441,166 руб./год, см. таблицу 1.

*II. Выбор котлов для гостиничного комплекса, состоящего из двух гостиниц класса «Люкс», одной гостиницы эконом – класса, трех туристических домиков и оздоровительного центра выбраны следующие котлы:*

2.1 КЕВ-10-14-115С (ТЛЗМ) теплопроизводительностью 6,00 Гкал/ч,

работающем на каменном угле с расходом топлива- 1170,00кг/ч. Стоимость котла составляет 2156,00 тыс./руб. Производитель «Бийский котельный завод»

2.2 КЕВ-10-14-115С (ТЛЗМ) теплопроизводительностью 6,00 Гкал/ч, работающем на буром угле с расходом топлива- 1430,00 кг/ч. Стоимость котла составляет 2156,00 тыс./руб. Производитель «Бийский котельный завод»

2.3 ДЕВ-10-14ГМ теплопроизводительностью 6,00 Гкал/ч, работающем на природном газе с расходом топлива – 706,00м<sup>3</sup>/ч. Стоимость котла составляет 1600,00 тыс./руб. Производитель «Бийский котельный завод»

2.4 ДЕВ-10-14ГМ теплопроизводительностью 6,00 Гкал/ч, работающем на мазуте с расходом топлива – 667,00кг/ч. Стоимость котла составляет 1600,00 тыс./руб. Производитель «Бийский котельный завод»

Таблица 2 – Основные технико-экономические показатели

Наименование	Ед. изм.	Номера вариантов котлов			
		1	2	3	4
Затраты на топливо	руб./год	13.580.190	8.774.892	11.092.009	22.191.410
Затраты на электроэнергию	руб./год	124.390			
Затраты на воду	руб./год	173.448		157.680	
Затраты на амортизацию	руб./год	179.992		134.400	
Затраты на текущий ремонт	руб./год	35.998		26.880	
Затраты на общие расходы	руб./год	874.797		716.646	
Затраты на заработную плату	руб./год	2.700.000		2.227.500	
Приведенные затраты	руб./год	17.853.456	13.048.158	14.590.754	25.690.155

Исходя из технико-экономических расчетов мы пришли к наиболее оптимальному решению - использовать третий вариант. Применяем котол ДЕВ-10-14ГМ, работающем на природном газе. Приведенные затраты при этом составляют - 14590,754 руб./год, см. таблицу 2.

Котел оборудован экономайзером стальным БВЭС-II-2, вентилятором ВДН-9-1000, дымососом ВДН-11,2-1000, горелкой ГМ-4,5 с ЗЗУ (входит в состав блока котла).

Стоимость топлива с учетом транспортировки по прейскуранту «КузбассЭнерго» на март 2009 года составляют:

Таблица 3 – Стоимость топлива с учетом транспортировки на март 2009 г.

Вид топлива	Ед. изм.	Стоимость
каменный уголь	руб./т	1250,00
бурый уголь	руб./т	700,00
природный газ	руб./1000м <sup>3</sup>	1700,00
дизельное топливо	руб./т	14300,00
мазут	руб./т	3600,00

По третьему варианту (таблица 2) – при общей котельной на гостиничный комплекс приведенные затраты составляют 14590,754 руб/год. При этом очевидно, появляется возможность направлять (продавать) лишнее тепло в объеме  $Q^{ht} = 1,00$  Гкал/час собственникам других гостиничных комплексов. Принимаем котельную с одним котлом ДЕВ – 10 – 14ГМ, работающем на природном газе. Котлы надежны, безопасны в работе, с высоким КПД, относительно небольшой стоимостью. Работа котла на природном газе не требует оборудования для очистки отработанных газов. Газовый котел в полной мере удовлетворяет требования экологичности.

Привлекательностью данного варианта является то, что завод-изготовитель и сервисная обслуживающая организация, находятся в непосредственной близости от объекта проектирования – в Алтайском крае.

УДК 628.1: 728. 5

## **РЕШЕНИЯ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ВОПРОСОВ В ПРОЕКТЕ ВОДОСНАБЖЕНИЯ НА ГОРЕ ЗЕЛЕНАЯ В ПОСЕЛКЕ ГОРОДСКОГО ТИПА ШЕРЕГЕШ**

**Кутищева Е.С., Федоренко Е.В.**

**Научный руководитель: доцент Крупно М.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В проекте «Комплекс гостиниц в поселке городского типа Шерегеш на горе Зеленая» решается проблема водоснабжения проектируемого комплекса. Для этого проектом было предложено три варианта получения и очистки воды.

1 вариант: Использование подземных вод из скважины №1  $Q=150,00$  м<sup>3</sup>/сут в 40 м от проектируемого гостиничного комплекса. Очистка воды

производится на собственных очистных сооружениях в скважинном павильоне размером 6,00 м х 6,00 м. В состав очистных сооружений входит окислительная колонна с крупкой пиролюзитового концентрата, гидроциклон, текстильный фильтр «Пантекс», установка обеззараживания воды УДВ 10/2. Далее вода через насос второго подъема WILO MVI 1602/PN 16 направляется в водонапорный бак объемом 5,00м<sup>3</sup> на самой высокой отметке близ расположенного проектируемого комплекса 666,00 м от принятого за абсолютный ноль уровня Балтийского моря. После чего вода подается потребителям.

2 вариант: Использование подземных вод скважины №2 Q=1150,00 м<sup>3</sup>/сут в 1,50 км от данного комплекса, очистка на собственных очистных сооружениях в скважинном павильоне размером 6,00 м х 6,00 м. Вода из скважины проходит через окислительную колонну с крупкой пиролюзитового концентрата, гидроциклон, фильтр «Пантекс», насос второго подъема, установку обеззараживания воды, далее в водонапорный бак объемом 15,00м<sup>3</sup>, установленный на отметке 705,11 м. и на подачу как на проектируемый комплекс, так и на перспективу развития п.г.т. Шерегеш.

3 вариант: Использование подземных вод скважины №2 Q=1150,00 м<sup>3</sup>/сут в 1,50 км от данного комплекса, а также вод из поверхностного источника р. Горный, где часть очистки воды происходит около скважины №2(на очистном сооружении имеется окислительная колонна с крупкой пиролюзитового концентрата, гидроциклон, фильтр «Пантекс»), а другая часть воды, забираемая из р. Горный, очищается на существующих очистных сооружениях (имеются в наличии 2 фильтра скорых). После чего вода и скважины и из ручья соединяются и проходят через установку обеззараживания воды УДВ 50/7. Далее вода уже питьевого качества поступает в резервуар чистой воды РЧВ(3 шт.), а потом потребителю.

Таблица 1 – Варианты очистки воды

Наименование сооружений	Количество и размеры		
	I вариант $Q = 150,00(м^3 / сут)$ $= 10,00(м^3 / ч)$	II вариант $Q = 1150,00(м^3 / сут)$ $= 50,00(м^3 / ч)$	III вариант $Q = 1150,00(м^3 / сут)$ $= 50,00(м^3 / ч)$
Колонна с крупкой	Ø800	Ø150	Ø1500
Гидроциклон	ГЦПу-150 Ø250	ГЦПу-250 Ø500	ГЦПу-250 Ø500
УФО	10,00(м <sup>3</sup> / ч)	50,00(м <sup>3</sup> / ч)	-
Фильтр скорый	-	-	2хØ2200
Насос	30	130	100
Павильон	6,00х6,00	6,00х6,00	4,00х4,00
ВНБ	$V = 5,00(м^3)$	$V = 15,00(м^3)$	$V = 15,00(м^3)$

Таблица 2 – Стоимость СМР и амортизационные расходы по вариантам очистки

Наименование сооружений	№ варианта очистки	Стоимость, тыс. руб.			Амортизационные расходы	
		СМР	Оборудования	Общая	%	сумма, тыс. руб.
Колонна с крупной	I	3,36	1,92	5,28	0,80	0,04224
	II	3,84	2,16	6,00		0,04
	III	3,84	2,16	6,00		0,04
Гидроциклон	I	18	17,22	35,22	1,20	0,42264
	II	20,40	19,20	39,60		0,4752
	III	20,40	19,20	39,60		0,4752
УФО	I	14,40	63,49	77,89	1,40	1,09046
	II	21,60	161,44	183,04		2,56256
	III	-	-			-
Насос скважинный	I	25,20	108,98	134,18	3,80	5,0988
	II	25,20	299,04	324,24		12,3211
	III	25,20	363,30	388,50		14,763
Насос 2 подъема	I	10,80	43,60	54,40	3,60	1,9584
	II	21,60	241,13	262,73		9,4583
	III	-	-			-
Павильон скважинный	I	235,20	352,80	588,00	3,20	18,816
	II	235,20	352,80	588,00		18,816
	III	134,40	201,60	336,00		10,752
РЧВ ВНБ	I	53,76	80,64	134,40	0,40	0,5376
	II	69,60	104,40	174,00		0,696
	III	86,40	129,60	216,00		0,864
Итого	I			1029,37		27,97
	II			1565,04		43,92
	III			990,86		26,89

Стоимость строительно-монтажных работ  $C_{СМР}$ , руб.

$$C_{СМР} = C_{СМР}^{84} * I, \quad (1)$$

где  $C_{СМР}^{84}$  - стоимость СМР 1984-ого года, [1, приложение 5]

$I$  - индекс перевода цен с 1984-ого года в 2009 г., [1, приложение 7]

Стоимость оборудования  $C_{обор.}$ , руб.

$$C_{обор.} = C_{обор.}^{84} * I, \quad (2)$$

где  $C_{обор.}^{84}$  - стоимость оборудования 1984 г., [1, приложение 6]

Общая стоимость  $C_{общ.}$ , руб.

$$C_{общ.} = C_{СМР} + C_{обор.}, \quad (3)$$



Сумма амортизационных расходов  $C_{аморт}$ , руб

$$C_{аморт} = \frac{C_{общ} * \%}{100}, \quad (4)$$

где % - норма амортизационных расходов, [2]

Стоимость бактерицидной установки и насоса второго подъема для III варианта очистки не учитываем в таблице 2 данного дипломного проекта, т.к. эти сооружения входят в состав существующих очистных сооружений.

К капиталовложениям относят стоимость СМР (строительно-монтажных работ) и оборудования всех сооружений. Для 1 и 2 варианта очистки воды – это колонна с крупной, гидроциклон, УФО, насос скважинный, насос 2 подъема, павильон, РЧВ (резервуар чистой воды) и ВНБ (водонапорный бак). Для 3 варианта очистки воды - это колонна с крупной, гидроциклон, насос скважинный, павильон, РЧВ и ВНБ.

В состав эксплуатационных расходов входит стоимость реагентов и других строительных материалов, заработная плата обслуживающего персонала, стоимость электроэнергии, общие амортизационные отчисления, стоимость воды на собственные нужды, прочие расходы.

$$C = C_{реаг} + C_{з/п} + C_{эл} + C_{ам} + C_{в} + C_{пр}, \quad (5)$$

Таблица 3 – Стоимость и расход реагентов за 1 год

Наименование	Ед. изм.	Вариант	Расход за год ед. изм.	Цена за ед. продукции, тыс. руб	Затраты, тыс. руб./год
Картридж фильтра Пантекс	Картридж	I	1	2,08	2,08
		II	3		6,24
		III	3		6,24
Крупка пиролюзитового концентрата	Тонна	I	0,15	15,00	2,25
		II	1,20		18,00
		III	1,20		18,00
Итого		I			4,33
		II			24,24
		III			24,24

Для 1 варианта очистки:

Стоимость реагентов и других строительных материалов  $C_{реаг}$ , тыс.руб./год

$$C_{реаг} = C_1 + C_2, \quad (6)$$

где  $C_1$  - затраты одного картриджа фильтра Пантекс, тыс.руб./год

$C_2$  - затраты одной тонны крупки пиролюзитового концентрата, тыс.руб./год

$$C_1 = Q_1 * c_1, \quad (7)$$

где  $Q_1$  - расход за год картриджей фильтра Пантекс,  $Q_1 = 1(\text{шт.})$

$c_1$  - цена за картридж фильтра Пантекс,  $c_1 = 2,08(\text{тыс.руб} / \text{год})$

$c_1 = 2,08(\text{тыс.руб} / \text{год.})$

$$c_1 = c_{\text{тр}} + c_{\text{муфта}} + c_3 + c_{\text{каркас}} + c_4 + c_{\text{пр}},$$

где  $c_{\text{тр}}$  - затраты на перфорированную трубу,  $c_{\text{тр}} = 800,00(\text{руб})$

$c_{\text{муфта}}$  - затраты на 2 муфты соединительные,  $c_{\text{муфта}} = 256,(\text{руб})$

$c_3$  - затраты на заглушку,  $c_3 = 64(\text{руб})$

$c_{\text{каркас}}$  - затраты на каркас предфильтра,  $c_{\text{каркас}} = 320(\text{руб})$

$c_4$  - затраты на чехол (ткань фильтрованная),  $c_4 = 256(\text{руб})$

$c_{\text{пр}}$  - затраты пряжи и намотки одного предфильтра,  $c_{\text{пр}} = 384(\text{руб})$

$C_1 = 1 * 2,08 = 2,08(\text{тыс.руб} / \text{год})$

$$C_2 = Q_2 * c_2, \quad (8)$$

где  $Q_2$  - расход за год тонны крупки пиролюзитового концентрата,  $Q_2 = 0,15(\text{т})$

$c_2$  - цена за тонну крупки пиролюзитового концентрата,

$c_2 = 15,00(\text{тыс.руб})$  [источник??]

$C_2 = 0,15 * 15,00 = 2,25(\text{тыс.руб} / \text{год})$

$C_{\text{реаг}} = 2,08 + 2,25 = 4,33(\text{тыс.руб} / \text{год})$

Для 2 и 3 варианта очистки:

$C_1 = Q_1 * c_1 = 3 * 2,08 = 6,24(\text{тыс.руб} / \text{год})$

$C_2 = 1,20 * 15,00 = 18,00(\text{тыс.руб} / \text{год})$

$C_{\text{реаг}} = 6,24 + 18,00 = 24,24(\text{тыс.руб} / \text{год})$

Среднегодовая заработная плата для хозяйств ВиВ в ценах 2009 года

$З / n_{\text{ИТР}} = 263328(\text{руб} / \text{год})$

$З / n_{\text{рабочие}} = 196080(\text{руб} / \text{год})$

$З / n_{\text{служащие}} = 180780(\text{руб} / \text{год})$

В павильоне 1, 2, 3 вариантов очистки воды работают по одному человеку обслуживающего персонала, относящегося к ИТР, а также по два рабочих на три варианта очистки. Таким образом, требуется  $263328 + 2 * 196080 = 655488(\text{руб} / \text{год})$  на заработную плату обслуживающего персонала по всем трем вариантам.

Стоимость электроэнергии

Стоимость установленной мощности  $C_{\text{уст}}$ , руб

$$C_{\text{уст}} = E_z * S_{\text{уст}}, \quad (9)$$

где  $E_2$  - годовой расход электроэнергии,  $кВт * ч / год$

$S_{уст}$  - стоимость установленной мощности,  $S_{уст} = 264(руб / год)$  по данным Новокузнецкого филиала ОАО «Кузбассэнерго»

Стоимость активной мощности  $C_{акт}$ ,  $руб$

$$C_{уст} = E_2 * S_{акт}, \quad (10)$$

где  $S_{акт}$  - стоимость активной мощности,  $S_{акт} = 165,611(руб / 1000кВт * ч)$

Годовой расход электроэнергии  $E_2$ ,  $кВт * ч / год$

$$E_2 = \frac{N_{раб} * t * 365}{z_1 * z_2}, \quad (11)$$

где  $N_{раб}$  - рабочая мощность,  $кВт$

$t$  - продолжительность работы,  $час$

$z_1$  - КПД насоса, %

$z_2$  - КПД двигателя, %

Таблица 5 – Характеристика мощности потребителей

Наименование потребителя	Номинальная мощность, кВт		
	I вариант	II вариант	III вариант
УФО	0,14	0,70	0,70
Гидроциклон	1,80	7,80	7,80
Насос скважинный	5,50	37,00	55,00
Насос 2 подъема	2,20	22,00	-

Все данные взяты из характеристик соответствующих сооружений.

Таблица 6 – Расход электроэнергии за год

Наименование потребителя	I вариант, кВт/год		II вариант, кВт/год		III вариант, кВт/год	
	установленная	активная	установленная	активная	установленная	активная
УФО	37,10	213,80	185,50	1068,98	185,50	1068,98
Гидроциклон	477,00	2748,79	2067,00	11911,44	2067,00	11911,44
Насос скважинный	2915,00	10638,85	18020,00	65767,00	29150,00	106388,51
Насос 2 подъема	1166,00	4255,54	9540,00	34818,06	-	-
Итого:	22457,08		143387,41		150784,42	
$C_{общ}$ , тыс.руб.						

Определение затрат на текущий ремонт и по статье «прочие расходы»

Затраты на текущий ремонт принимаем в размере 1% от сметной стоимости строительства объектов:

$$C_{тр} = 0,01 * C_{см}, \quad (12)$$

где  $C_{см}$  - сметная стоимость строительства объектов, [по таблице 2 данного дипломного проекта]

Затраты на текущий ремонт:

- по 1 варианту:  $C_{тр} = 10,29 \text{ тыс. (руб / год)}$

- по 2 варианту:  $C_{тр} = 15,65 \text{ тыс. (руб / год)}$

- по 3 варианту:  $C_{тр} = 9,91 \text{ тыс. (руб / год)}$

Прочие расходы принимаются в размере 20% от суммы амортизационных отчислений  $C_{ам}$  и заработной платы обслуживающего персонала  $C_{з/п}$

Прочие расходы  $C_{пр}$ , тыс.руб.

$$C_{пр} = 0,20(C_{ам} + C_{з/п}), \quad (13)$$

Прочие расходы:

- по 1 варианту:  $C_{пр} = 136,69 \text{ тыс. (руб / год)}$

- по 2 варианту:  $C_{пр} = 139,88 \text{ тыс. (руб / год)}$

- по 3 варианту:  $C_{пр} = 136,48 \text{ тыс. (руб / год)}$

Таблица 7 – Эксплуатационные расходы

Статьи затрат	1 вариант		2 вариант		3 вариант	
	$\sum$ тыс.руб./ год	% от Э	$\sum$ тыс.руб./ год	% от Э	$\sum$ тыс.руб./ год	% от Э
Электроэнергия	22,46	2,62	14,34	1,60	15,08	1,74
Реагенты	4,33	0,51	24,24	2,71	24,24	2,79
Основная зарплата	655,488	76,47	655,488	73,36	655,488	75,51
Амортизационные отчисления	27,97	3,26	43,92	4,92	26,89	3,10
Текущий ремонт	10,29	1,20	15,65	1,75	9,91	1,14
Прочие расходы	136,69	15,95	139,88	15,65	136,48	15,72
Итого:	857,23	100	893,52	100	868,09	100

Приведенные затраты

Приведенные затраты  $P_i$ , тыс.руб.

$$P_i = E_n * K_i + C_i, \quad (14)$$

где  $E_n$  - коэффициент нормативной экономической эффективности капиталовложений в строительство,  $E_n = 0,125$  [3]

$K_i$  - капиталовложения, тыс. руб. [таблица 2 данного дипломного проекта]

$C_i$  - эксплуатационные расходы, тыс.руб/год [таблица 7 данного дипломного проекта]

Приведенные затраты:

- по 1 варианту:

$$P_i = 985,90 \text{ тыс.руб}$$

- по 2 варианту:

$$P_i = 1089,15 \text{ тыс.руб}$$

- по 3 варианту:

$$P_i = 991,95 \text{ тыс.руб}$$

Экономический эффект внедрения

Для расчета экономического эффекта внедрения сравниваем 2 и 3 варианты, т.к. они имеют одинаковую производительность

Экономический эффект внедрения  $\mathcal{E}$ , тыс.руб.

$$\mathcal{E} = P'_i - P''_i, \quad (15)$$

где  $P'_i$  - приведенные затраты по 2 варианту, тыс.руб. [таблица 10 данного дипломного проекта]

$P''_i$  - приведенные затраты по 3 варианту, тыс.руб. [таблица 10 данного дипломного проекта]

$$\mathcal{E} = 97,20 \text{ тыс.руб}$$

Расчет себестоимости очистки  $1 \text{ м}^3$  воды

Себестоимость очистки  $1 \text{ м}^3$  воды из скважины, тыс. руб.

$$C_{\text{ед}} = \frac{C_{\text{год}}}{Q_{\text{г}} * 365}, \quad (16)$$

где  $C_{\text{год}}$  - годовые эксплуатационные затраты, тыс.руб/год [таблица 7 данного дипломного проекта]

$Q_{\text{г}}$  - производительность станции,  $\text{м}^3 / \text{сут}$   $Q_{\text{г}} = 150 (\text{м}^3 / \text{сут})$ ,  $Q_{\text{г}} = 1150 (\text{м}^3 / \text{сут})$ ,  $Q_{\text{г}} = 1150 (\text{м}^3 / \text{сут})$  для 1, 2, 3 вариантов очистки соответственно

По 1 варианту:

$$C_{\text{ед}} = 15,66 \text{ руб}$$

По 2 варианту:

$$C_{\text{ед}} = 2,13 \text{ руб}$$

По 3 варианту:

$$C_{\text{ед}} = 2,07 \text{ руб}$$

Расчет себестоимости очистки одного кубометра воды от железа

Исходные данные:

1. Объем очищаемой воды одним фильтром  $Q = 500(\text{м}^3 / \text{ч})$

2. Стоимость одного фильтрующего элемента:

- Перфорированная труба  $\varnothing 110$  мм,  $l=1,8$  мм,  $C=800$  руб.
- Муфты соединительные 2 шт. х 128 руб.,  $C=256$  руб.
- Заглушка 1шт.  $C=64$  руб.
- Каркас предфильтра (проволочный),  $C=320$  руб.
- Чехол (ткань фильтровальная),  $C=256$  руб.

Без НДС итого:  $C_{\text{ф.э.}} = 1696(\text{руб.})$

3. Изготовление приемного коллектора из материалов заказчика по эскизам исполнителя (трубы металлические 140- $\varnothing$ 200 мм), длиной  $L=30$  м погон х30х640 руб.=19200 руб.- затраты на коллектор

4. Стоимость пряжи и намотки одного фильтра  $C_{\text{н.н.}} = 384(\text{руб.})$

5. Производительность одного фильтрующего элемента  $q = 15(\text{м}^3 / \text{ч})$

6. Количество фильтроэлементов

$$n = \frac{Q}{q} = \frac{500}{15} = 35(\text{шт.})$$

Принимаем 40 (шт.)

7. Затраты на изготовление 40 комплектов фильтров

$$З = n * (C_{\text{ф.э.}} + C_{\text{н.н.}}) = 40 * (1696 + 384) = 83200(\text{руб.})$$

8. Срок службы фильтра один год

Объем воды прошедший через фильтр за год

$$Q_{\text{год}} = Q * T * n = 500 * 24 * 365 = 4380000(\text{м}^3)$$

9. Затраты на комплектацию одного фильтра с объемом выпуска  $Q = 500(\text{м}^3 / \text{ч})$

$$З_{\text{общ}} = З + З_{\text{к}} = 83200 + 19200 = 102400(\text{руб.})$$

10. Ежемесячная заработная плата рабочих 1984 г. составляет 190 (руб.) [страница 52, 1].

$$З / n_{2008} = З / n_{1984} * И = 190 * 114,645 = 21782,55(\text{руб})$$

Затраты на монтаж и эксплуатацию при обслуживании двумя рабочими с месячной зарплатой 21783(руб.)

$$З_{\text{раб}} = 2 * 21782,55 * 12 = 522781,2(\text{руб} / \text{год})$$

11. Суммарные затраты в течение года, при смене фильтров через 6 месяцев:

$$Z = 2 * Z_{\text{общ}} + Z_{\text{раб}} = 2 * 102400 + 522781,2 = 727581,2(\text{руб})$$

12. Годовой объем очищаемой воды:

$$Q_{\text{год}} = 500 * 24 * 365 = 4380000(\text{м}^3 / \text{год})$$

13. Себестоимость очистки одного  $\text{м}^3$  воды

$$C_c = \frac{Z}{Q_{\text{год}}} = \frac{727581,2}{4380000} 0,17(\text{руб} / \text{м}^3), \quad \text{т.е.} \quad \text{себестоимость} \quad \text{очистки}$$

$$1\text{м}^3 = 17(\text{коп.})$$

В результате проведенного технико-экономического сравнения трех вариантов водоснабжения получили следующие показатели

Наименование	Ед. измер.	I вариант	II вариант	III вариант
Производительность	тыс.м <sup>3</sup> /год	54,75	419,75	419,75
Капиталовложения	тыс.руб	986,48	1500,37	949,58
Эксплуатационные расходы	тыс.руб	857,23	893,52	868,09
Численность персонала	чел	3	3	3
Расход электроэнергии	тыс.руб.	22,33	14,34	15,08
Себестоимость очистки 1 м <sup>3</sup> воды	руб.	15,66	2,13	2,07

Ввиду большой себестоимости очистки воды в 1 варианте, за счет больших эксплуатационных затрат его не рассматриваем.

Сравнивая 2 и 3 вариант с приблизительно одинаковой себестоимостью, делаем следующий вывод: несмотря на большую себестоимость очистки м<sup>3</sup> будет выгоднее 2 вариант, поскольку данный вариант является автономным и независимым от других систем, а также не происходит смешивание высококачественной воды из скважины с водой из ручья Горный, которая имеет более низкое качество. Поэтому к более подробному рассмотрению стоит принять второй вариант.

УДК 628.16: 728. 5

## НОВЫЕ РЕШЕНИЯ ВОДОСНАБЖЕНИЯ ТУРИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА ГОРЕ ЗЕЛЕНАЯ В ПОСЕЛКЕ ГОРОДСКОГО ТИПА ШЕРЕГЕШ

**Кутищева Е.С., Федоренко Е.В.**

**Научный руководитель: доцент Крупно М.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В проекте «Комплекс гостиниц в поселке городского типа Шерегеш на

горе Зеленая» рассматривается решение проблемы водоснабжения проектируемого комплекса. Требуемая, потребность комплекса в воде была подсчитана и составила примерно 150,00 м<sup>3</sup>/сут.

В настоящее время в п.г.т. Шерегеш существует приблизительно 3000 потребителей. Обеспечивает этих потребителей водой станция водоочистки на ручье Горный. Вода из ручья через водозабор руслового типа самотеком направляется в насосно-фильтровальную станцию. После очистки скорыми безнапорными фильтрами с загрузкой из горелой породы и обеззараживания бактерицидной установкой УДВ 30/6, вода высоконапорными насосами подается в два резервуара, откуда самотечным движением подается в существующий гостиничный комплекс.

Существующая станция запроектирована на производительность 500,00 м<sup>3</sup>/сут., исходя из потребности существующих гостиничных комплексов сектора «А». На г. Зеленая планируется построить 6 секторов с гостиницами для туристов: «А», «Б», «В», «Г», «Д», «Е». В настоящее время в секторе «А» существуют такие комплексы, как Сибирь, Евролюкс, Губернская, Вояж, Аквилон, Лапландия, Томск, Шория-тур, Куба и т.д. Но строительство в данном секторе в перспективном развитии только планируется. Открыли строительство в секторе «Е».

Расхода 500,00 м<sup>3</sup>/сут недостаточно уже сейчас, а с учетом перспективы развития рекреационной зоны поселка Шерегеш тем более. Основной причиной является недостаточный расход, который способен выдать ручей Горный. Чтобы избежать дисбаланса между требуемой производительностью станции и дебитом, который может предоставить ручей, рассматриваем следующие пути решения этой проблемы.

Имеющиеся на территории г. Зеленая горные ручьи «Каменушка» и «Мундыбаш» по своим гидрологическим характеристикам также не способны решить проблему водоснабжения проектируемого комплекса. К сожалению, они обладают небольшими расходами. По данным ОАО «Южкузбасс ТИСИС» дебит р. Каменушки составляет 298,00(м<sup>3</sup>/сут) (технический отчет спортивно-туристский комплекс на г. Зеленая в п.г.т. Шерегеш Таштагольского района ч. 3 гидрометеорологические изыскания 2000г. г. Новокузнецк). Поэтому рассматриваем проектное решение использования подземных источников водоснабжения. Для обеспечения питьевого водоснабжения необходимо рассмотреть наиболее защищенные в санитарно-эпидемиологическом отношении подземные источники водоснабжения. Буровая скважина, используемая для водоснабжения, должна быть надежной в эксплуатации и обеспечивать получение необходимого количества доброкачественной воды. При использовании подземных вод необходимо, чтобы скважина была оборудована, содержалась в порядке, и в непосредственной близости к ним не были расположены местные источники загрязнения. Ближайшее промышленное предприятие «Шерегешский» располагается в 14, 50 км от проектируемой скважины и в санитарном отношении не влияет на забор из скважины. При откачке воды



из скважины образуется динамический уровень воды и вокруг скважины возникает депрессионная воронка, которая понижает уровень грунтовой воды.

В описываемом районе водоносная зона развита неравномерно, это зависит от пород и отложений, залегающих в земной коре.

Питание подземных вод - местное, за счет инфильтрации атмосферных осадков. Основная разгрузка осуществляется в местную гидрографическую сеть и родниковым стоком.

Данный путь является основным и перспективным для решения проблемы водоснабжения не только проектируемого комплекса, но и позволит решить проблему с питьевой водой на дальнейшую перспективу развития рекреационной зоны на г. Зеленая.

Поэтому проектом было предложено три варианта получения воды, как для проектируемого комплекса, так и для поселка в целом.

Исходя из данных гидрогеологических изысканий делаем следующие выводы:

1) В непосредственной близости от проектируемого гостиничного комплекса (50-70 м) существует возможность использования подземных вод обладающих небольшой водообильностью, при бурении скважины №1 глубиной 110 м дебит ее будет составлять 1,74 л/с.

2) В 1,50 км от горы Зеленая существует возможность использования подземных вод обладающих повышенной водообильностью, при бурении скважины №2 глубиной 130 м дебит ее будет составлять 13,31 л/с.

В рамках диплома предложено 3 проектных решения:

1. Использование подземных вод из скважины №1  $Q=150 \text{ м}^3/\text{сут}$ , очистка на собственных очистных сооружениях и подача на нужды проектируемого гостиничного комплекса.

2. Использование подземных вод скважины №2  $Q=1150 \text{ м}^3/\text{сут}$ , очистка на собственных очистных сооружениях и подача как на проектируемый гостиничный комплекс, так и на перспективу развития п.г.т. Шерегеш.

3. Использование подземных вод скважины №2  $Q=1150 \text{ м}^3/\text{сут}$ , а также из р. Горный  $Q=500,00 \text{ м}^3/\text{сут}$ . и очистка их на существующих очистных сооружениях на ручье Горный.

Для предохранения участка водозаборного сооружения от возможных загрязнений вокруг него должны быть созданы охранные зоны. Зона санитарной охраны подземного источника водоснабжения делится на три пояса, в каждом из которых устанавливается особый режим.

В первом поясе зоны (пояс строгого режима) проводятся мероприятия, ограждающие скважину и головные водопроводные сооружения от проникновения в них поверхностных загрязнений, а также загрязнений, обусловленных деятельностью людей. Принимаем величину первого пояса для водозаборной скважины с радиусом, равным 50,00 м вокруг скважины. На площадках территории первого пояса запрещается доступ посторонних лиц, сажать и выращивать зеленые насаждения с применением органических удобрений и ядохимикатов и т.д.

Во втором поясе ограничивается хозяйственно-бытовая и производственная деятельность людей, которая может повлечь за собой ухудшение качества воды в водоносном горизонте, используемом для питания водозаборного сооружения. Величина зоны второго пояса определяется расчетом. В границах второго пояса запрещается загрязнение территории нечистотами, мусором, навозом, промышленными отходами, мойка и размещение стоянок автотранспорта и т.д.

Третий пояс зоны санитарной охраны служит для защиты подземных вод от химических загрязнений. В нем регулируется отведение территорий для населенных пунктов, лечебно-профилактических и оздоровительных учреждений, промышленных и сельскохозяйственных объектов, размещение подсобных хозяйств, коллективного садоводства и огородничества, а также возможных изменений технологии промышленных предприятий, связанных с повышением степени опасности загрязнения источников водоснабжения сточными водами.

В данном дипломном проекте применяем централизованную систему водоснабжения.

Исходя из протокола лабораторных испытаний, качество воды из обеих скважин удовлетворяет требованиям ГОСТ, за исключением содержания железа 2,20 мг/л, а норма не более 0,30 мг/л.

Поэтому для очистки воды необходимо предусмотреть установку для обезжелезивания. Рассмотрим схему очистки воды.

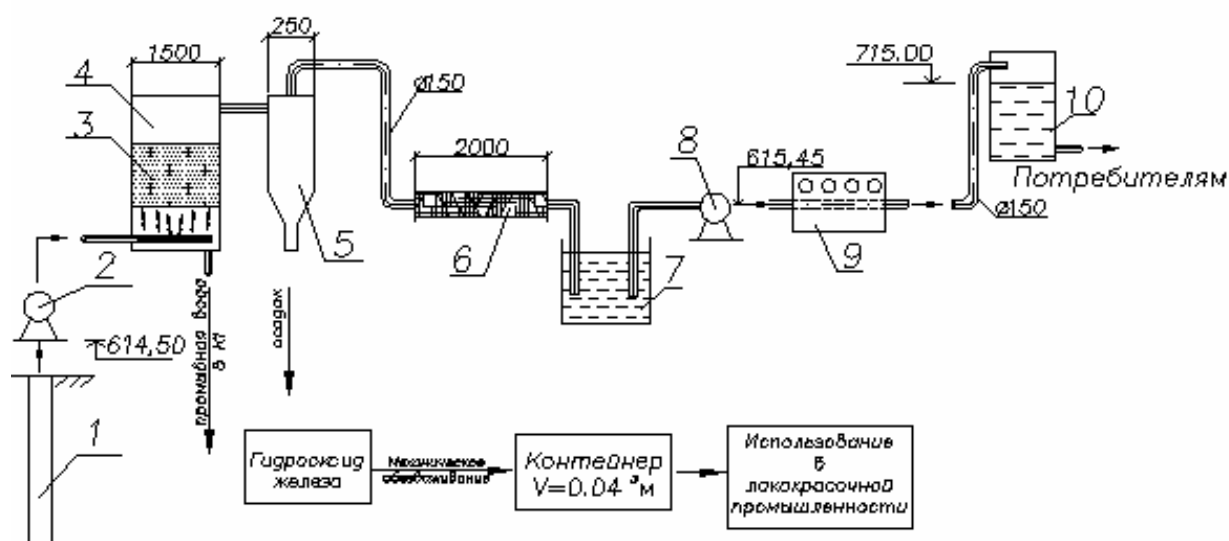


Рисунок 1 – Технологическая схема очистки воды

Вода из скважины 1 подается на очистные сооружения посредством скважинного насоса 2, марка которого WILO NWU 8-4210,  $Q = 53,30(\text{м}^3 / \text{сут})$ ,  $H = 150,00(\text{м})$ . После чего вода проходит следующую очистку.

В окислительной колонке 4 находится крупка пиролюзитового концентрата 3 размером от 3 до 6 мм. Ее упрочнение осуществляется

дополнительной пропиткой в алюмофосфатной связке с последующей термообработкой при 2500 °с, т.к. обладает повышенной истираемостью и не может быть использована в обычном состоянии. Пройдя через мелкую фракцию, вода в гидроциклоне 5 осаждает гидроксид железа. За счет простого принципа вращения объема жидкости от центра к периферии происходит осветление воды. Его нельзя удалять в бытовую канализацию, поэтому предусматриваем установку механического обезвоживания и последующего сбора осадка в контейнер в течение 30 суток и последующего направления на утилизацию, где в дальнейшем используют для изготовления лакокрасочных материалов.

Затем вода поступает на сменный текстильный фильтр «Пантекс» 6, где происходит окончательная очистка от тонкодисперсных примесей.

Наиболее эффективным способом очистки воды до питьевого качества является использование трубчатых текстильных фильтров «Пантекс», разрабатываемые димитровским институтом технологии, управления и дизайна и ООО «Ткач». Отличительной особенностью их продукции является:

1. дешевизна по сравнению с аналогами (вследствии однопроцессного способа создания изделий)
2. устойчивость структуры к внешним воздействиям (стойкость к ударной нагрузке, отсутствие «пробоев» структуры), что значительно увеличивает срок службы изделий
3. высокая производительность при заданных параметрах очистки
4. взаимозаменяемость и дешевизна в обслуживании

При использовании фильтров «Пантекс» полностью отпадает необходимость в засыпных фракциях, т.к. сам процесс очистки воды осуществляется за счет прохождения ее через слоисто-каркасную намотку ТТФ, обеспечивающую грубую и тонкую очистку от частиц до 1мкм. При этом полностью исключается промывка фильтров, и, следовательно, все затраты, связанные с этим процессом, так как очистка фильтровальных элементов ТТФ «Пантекс» обеспечивается либо заменой чехлов грубой очистки, либо отмоткой 2-3-х наиболее загрязненных слоев намотки фильтра. Конструкция ТТФ «Пантекс» обеспечивает легкость их замены и сводит затраты на эксплуатацию к минимуму. Доступ обеспечен к любому элементу фильтра, что невозможно в засыпных фильтрах. Заданная скорость и производительность фильтра обеспечивается установкой расчетного числа элементов «Пантекс» на сборный коллектор и может изменяться в широких пределах. Себестоимость очистки одного кубометра воды таких фильтров составляет 17 коп. по сравнению с существующей (расчет см. далее) и снижается после 1-ого года эксплуатации за счет возврата перфорированных каркасов на перемотку без излишних затрат на их изготовление.

После очищенная вода направляется в резервуар чистой воды (РЧВ) 7, откуда забирается насосом второго подъема 8 марки WILO MVI 5209\ PN 25  $Q = 52,40(m^3 / сут)$ ,  $H = 100,00(м)$ . В проектируемом павильоне очистки

воды имеется два насоса ( один рабочий, один резервный).

Для обеззараживания и улучшения качества воды в скважинном павильоне размером 6,00м x 6,00м предусматривается бактерицидная установка 9 УДВ-50/7, завод изготовитель НПО «ЛИТ», г. Москва.

В состав установки входят:

- герметичная камера облучения из нержавеющей стали с патрубками отвода и подвода воды, внутри которой находятся две бактерицидные лампы в кварцевых чехлах;

- закрепленная на корпусе блока пускорегулирующая арматура и датчик контроля дозы ультрафиолета;

- пульт управления с элементами контроля, звуковой и световой сигнализацией;

- пульт сигнализации;

- блок промывки БПР-2, состоящего из промывного насоса, емкости для моющего раствора и соединительных шлангов;

Обеззараживание воды происходит вследствие воздействия ультрафиолетового излучения бактерицидной лампы ДБ-75-2 на возбудителей инфекционных заболеваний бактериальной и вирусной природы.

Обеззараживание воды бактерицидными лучами имеет ряд преимуществ перед хлорированием: не изменяются природные вкусовые качества и химические свойства воды, бактерицидное действие лучей протекает во много раз быстрее, чем хлорида; после облучения воду можно сразу подавать потребителям. Бактерицидные лучи уничтожают не только вегетативные виды бактерий, но и спорообразующие. Эксплуатация установок для обеззараживания воды бактерицидными лучами проще, чем эксплуатация хлорного хозяйства.

Опыт эксплуатации установок для обеззараживания воды бактерицидными лучами показывает, что этот метод обеспечивает надежную дезинфекцию воды. Эксплуатационные расходы на обеззараживание воды облучением, при использовании в качестве источника водоснабжения подземных вод, в три раза дешевле хлорирования.

Согласно паспорту и гигиеническому сертификату бактерицидной установки УДВ, она предназначена для обеззараживания воды из подземных и поверхностных источников;

Установка обеспечивает обеззараживание воды в соответствии с требованиями Сан ПиН 2.1.4559-96 «Вода питьевая». Считая, что допустимая температура обрабатываемой воды в установке должна быть от 1,00 до 30,00 С, а мы забираем воду из скважины температурой 5С, делаем вывод о том, что нам подходит данная бактерицидная установка обеззараживания воды.

Для промывки кварцевых чехлов установки УДВ предназначен блок промывки БПР-2.

Блок промывки состоит из электронасоса, бачка промывочного,

промывочных шлангов, стандартного набора пакетов специального моющего средства (лимонной или щавелевой кислоты, поставляемой заводом-изготовителем установки УДВ-50-7).

Для того, чтобы бактерицидные лампы постоянно находились в воде, (при работе без воды лампы сгорают), предусматривается подвод и отвод воды в виде гидрозатвора, что позволяет находиться лампам в воде в случае отсутствия воды в трубопроводе.

Для контроля за дозой ультрафиолета на корпусе УДВ смонтирован блок пускорегулирующей аппаратуры и датчик контроля доз ультрафиолета. Действие лучей – мгновенное, после облучения вода сразу подается в водонапорный бак (ВНБ) и по существующей системе направляется к потребителям. Для контроля качества исходной и обработанной УФ – лучами воды на установке предусмотрены входной и выходной пробонаборники.

Согласно данному условию, в технологической схеме очистки воды принимаем бактерицидную установку после сооружений для обезжелезивания.

Данные сооружения в 1 и 2 варианте будут расположены в скважинном павильоне непосредственно у скважины. В 3 варианте данную установку, за исключением УФО (т.к. там она уже имеется), располагаем в существующей насосно-фильтровальной станции. Таким образом, в третьем варианте мы экономим на строительстве павильона.

Данная схема очистки воды от железа была выбрана ввиду простоты эксплуатации, небольших габаритов, дешевизны используемых материалов.

Вода из скважины №2, пройдя очистку, будет поступать в водонапорный бак №2, откуда по распределительной сети поступает потребителю. Водонапорный бак №2 объемом 15,00м<sup>3</sup> установлен на отм. 705,11 м. а проектируемый гостиничный комплекс на отм. 651,00м. В данном случае водонапорный бак представляет из себя резервуар, заглубленный в землю. Это достигается тем, что позволяет перепад в отметках земли.

Режим водопотребления в проектируемом гостиничном комплексе с числом посетителей N=311(чел) крайне неравномерный. В часы минимального водопотребления, когда расход комплекса меньше, чем подача насосной станции, вода направляется в водонапорный бак. В этом и заключается роль водонапорного бака - компенсировать несоответствие между графиком водопотребления и режимом работы насосной станции второго подъема.

Для труб, используемых в системах питьевого водоснабжения чрезвычайно важно гарантированное сохранение в течение длительного времени их прочностных характеристик, долговечности и обеспечение требуемого качества транспортируемой воды. В полиэтиленовых трубах отечественного производства возможно появления вторичного загрязнения при транспортировке воды, это связано с тем, что по отечественным

технологиям эти трубы изготавливаются в основном из термопластов.

Чугунные трубы из ВЧШГ обеспечивают высокое качество транспортируемой воды так как не происходит вторичного загрязнения во время транспортировки воды потребителю, отвечают требованиям санитарной надежности. Для условий эксплуатации подземных трубопроводов очень важна возможность применения труб из ВЧШГ при воздействии высоких внешних нагрузок.

Благодаря пластичности труб из ВЧШГ меньше повреждаются при деформации окружающего грунта. Последнее обстоятельство очень важно для данного района строительства, поскольку во-первых в 4,50 км от участка проектируемого комплекса «А» располагается шахта «Шерегешская», производящая разработку рудных месторождений, а во-вторых участок трубопровода проходит по склону горы, где существует возможность возникновения оползневых явлений.

Трубы залегают на глубину, при которой не происходит замерзания воды в сети  $h_z = h_{пр} + 0,50 = 2,20 + 0,50 = 2,70(м)$ . Их прокладываем с учетом всех архитектурно-планировочных решений.

Гарантированный срок службы этих труб около 80-100 лет, то есть в несколько раз больше срока службы стальных и пластмассовых. Кроме того монтаж труб из ВЧШГ отличает простота в эксплуатации и ремонтнопригодность.

Для подключения потребителей к сети используем бесколодезные задвижки фирмы «HAWLE».

Основные преимущества бесколодезной установки:

- Быстрые сроки проектирования и строительства
- Значительное снижение стоимости СМР
- Существенное снижение объема земляных работ
- Низкие эксплуатационные расходы
- Сервисное обслуживание один раз в год (закрыть и открыть)
- Полное отсутствие влияния уровня грунтовых вод на эксплуатационные и технические характеристики
- Установка является безопасной во всех отношениях

Таким образом, рассмотрев три варианта очистки воды, приходим к выводу, что решение задачи оптимального выбора схемы очистки требует комплексного подхода. При всех проанализированных сторонах принимаем второй вариант очистки воды, который позволяет соорудить собственные очистные сооружения, очищать воду до питьевого качества и подавать потребителям в проектируемый гостиничный комплекс, а также на перспективу развития п.г.т. Шерегеш.

## **ПРИМЕНЕНИЕ НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД**

**Шляпин А.С.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Благоразумова А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В последнее время вопросу очистке сточных вод необходимо уделять особое внимание. Это связано с резко ухудшающимся состоянием водоемов, их катастрофическим загрязнением, из-за чего становится невозможным использовать водоемы для хозяйственно-питьевых нужд, в них происходит постепенное снижение популяции рыб, попадание большого количества соединений азота со сточными водами в водоём ведёт к бурному развитию планктона и водорослей, дефициту кислорода, гибели водных организмов. Для того чтобы избежать всех этих последствий необходимо применять новые разработки, которые улучшают процесс очистки сточных вод.

В последнее время появилось много новых разработок, сооружения совершенствуются, становятся многопрофильными, что весьма снижает стоимость строительства по сравнению со строительством отдельных сооружений.

Для улучшения процесса биологической очистки в аэротенках применяется пористо-волоконный материал (далее «Поливом»).

Плоскостная загрузка «Поливом» научно-производственной фирмы «Этек» – полимеры для экологии, применяется для оснащения сооружений биологической очистки сточных вод, основанных на использовании прикреплённой микрофлоры. «ПОЛИВОМ» применяется на вновь строящихся и реконструируемых очистных сооружениях для повышения окислительной мощности аэрационных сооружений. Обладая высокопористой поверхностью, кассеты «Поливом» эффективный тип биоагрузочного материала.

Преимущества:

- увеличение производительности станции биологической очистки на 25–40%;
- улучшение процессов очистки стоков от трудноокисляемых органических веществ (СПАВ, нефтепродукты и др.);
- повышение устойчивости сооружений к залповым сбросам и колебаниям температуры;
- обеспечение процесса нитрификации;
- снижение вероятности вспухания активного ила;
- уменьшение прироста активного ила;
- не требует регенерации.

Готовый модуль представляет из себя металлический каркас

сваренный из уголков, в который вставляется кассета из листов полимерного материала толщиной 4 мм, причем общая площадь одной кассеты составляет 28 м<sup>2</sup>. Модуль опускается на дно аэротенка при помощи крана, конструкция устойчива от действия потока сточных вод в аэротенке за счет своего веса. Модули устанавливаются в шахматном порядке в коридорах после регенератора. Расстояние между блоками принимается по данным разработчиков.



Рисунок 1 – Модуль с загрузкой «Поливом»

В аэротенках для лучшего насыщения воды кислородом воздуха применяют аэрационную систему из полимерных труб. Достоинства полимерных труб перед фильтросными пластинами весьма ощутимы.

Во-первых, компактность и удобство при эксплуатации и монтаже.

Во-вторых, фильтросные пластины при засорении может выбить и нарушится воздухораспределение в аэротенке. Такого не может случиться с полимерными трубами, так как они изготовлены из двух основных составляющих - перфорированного корпуса, выполненного из полиэтиленовых труб высокого давления и полимерного материала, намотанного на каркас. Конструкции зависят от разработки фирмы производителя – «Экотон». При аэрации через полимерные трубы происходит очень хорошее насыщение воды кислородом, поэтому применение полимерных труб позволяет экономнее расходовать воздух.

Для обеззараживания сточных вод и дегельминтизации осадков можно применять овицидный препарат «Пуrolат–Бингсти».

«Пуrolат–Бингсти» – овицидный препарат, разработанный ООО ПКФ «Синтез» в содружестве с Ростовским государственным строительным университетом и НИИ паразитологии и микробиологии города Ростова–на–Дону. Данный препарат разработан для дегельминтизации природных и



сточных вод, а также их осадков препарат изготовлен на основе растений семейства паслёновых. При испытаниях препарат показал достаточно высокую овицидную эффективность от 90-99%. Применяется в микродозах ( $0,1-0,001\text{мл/м}^3$ ) и не содержит токсических компонентов, препарат способен обеспечить полную дегельминтизацию природных и сточных вод, вызывая естественную гибель яиц гельминтов, не оказывая при этом влияния на метаболизм биоценоза активного ила, почв и здоровье человека. Лишенные инвазионных свойств яйца гельминтов не представляют эпидемиологической опасности и не способны вызывать заражения гельминтами людей и животных.

Разработаны и зарегистрированы Росстандартом Технические условия ТУ 9291-004-49785509-01 препарат овицидный «Пуролат–Бингсти» на основе паслёновых от 01.03.01г.

Овицидные препараты серии «Пуролат–Бингсти» обладают биологической активностью по отношению к яйцам гельминтов, некоторых видов микроорганизмов, простейших, но не являются токсичными; не обладают фунгицидным действием, относятся к 4 классу опасности по степени воздействия на организм (малоопасные вещества). Работа с препаратом не требует принятия специальных мер безопасности и применения средств индивидуальной защиты.

При дегельминтизации на станции очистных сооружений сточных вод и образующейся твёрдой фазы препарат вводится в приёмочную камеру сточных вод при помощи насоса дозатора. Удельные затраты при дегельминтизации находятся в диапазоне 0,06-0,07 руб./м.куб. неочищенной сточной жидкости. Себестоимость обработки 1куб.м сточных вод при применении препарата увеличивается на 0,05-0,15руб.

УДК 628

## **МЕМБРАНЫ В ОЧИСТКЕ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ**

**Володькина А.В.**

**Научные руководители: доцент Ланге Л.Р., профессор Гохман Б.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Учитывая возрастающую загрязненность поверхностных источников традиционные схемы очистки воды не достаточно эффективны. Альтернативой известной технологии является применение мембран для очистки природной воды.

На рисунке 1 представлены пороги отсечения различных видов фильтрации. Легко заметить, что фильтрация через песок и микрофильтрация (рисунок 1) не способны задерживать ни вирусы, ни органические соединения.

Эффективность извлечения в процессе ультрафильтрации воды микрочастиц, на которых могут фиксироваться различные патогенные микроорганизмы, более чем на порядок превосходит даже самое эффективное фильтрование через песок, поэтому ультрафильтрация составляет 74 % всех мембранных методов.

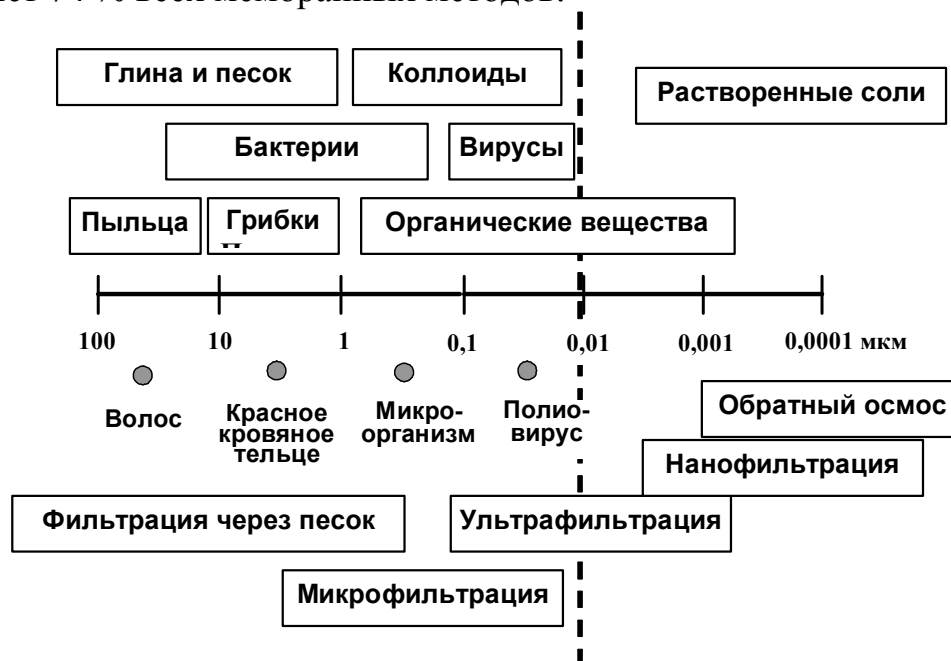


Рисунок 1 – Сравнение порогов отсека

Что понимают под мембранной ультрафильтрацией применительно к очистке природных вод?

Ультрафильтрация – это баромембранный процесс, заключающийся в том, что жидкость под давлением «продавливается» через полупроницаемую перегородку. Размер отверстий (пор) ультрафильтрационных мембран лежит в пределах от 5 нм до 0,05–0,1 мкм. Все примеси, размер которых превышает размер пор мембраны, механически не могут проникнуть через мембрану. Благодаря такой технологии, даже при значительном ухудшении параметров исходной воды, качество очищенной воды остается стабильно высоким. Мембрана в отличие от «накопительных» систем очистки воды (активированный уголь, ионообменные смолы и др.) не накапливает примеси внутри себя, что исключает вероятность их попадания в очищенную воду.

Наиболее экономичный режим работы ультрафильтрационных установок – «тупиковый», когда вся исходная вода пропускается через мембрану. В ряде случаев для борьбы с ростом осадка над поверхностью мембраны создают дополнительный поток из обрабатываемой жидкости, который размывает накапливающийся осадок. Жидкость, содержащая удаленные с поверхности мембраны загрязнения, выводится из разделительного аппарата. Для более эффективного удаления загрязнений с поверхности и из пор мембраны используют метод обратных промывок, при котором очищенную воду (фильтрат) пропускают через мембрану в направлении, обратном направлению фильтрования. Такие промывки

производятся намного чаще, чем промывки обычных фильтров с зернистой загрузкой – от 1 до 5 раз в час, но их продолжительность составляет всего 10–30 секунд, поэтому объем сбрасываемой воды составляет 2–5 % от объема фильтрата.

В процессе длительной работы производительность мембранных аппаратов постепенно уменьшается, т. к. на поверхности и в порах мембраны 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 специальными кислотными и щелочными реагентами для удаления накопленных загрязнений.

В настоящий момент на Левобережной станции проводятся пилотные исследования с использованием установки мембранной фильтрации для определения возможности дальнейшей реконструкции станции.

Целью проведения пилотных испытаний является определение основных параметров работы полуволоконных мембран Microza® при очистке воды реки Томи после стадии коагуляции-отстаивания, оценка эффективности и надежности применения мембранной фильтрации при очистке отстоянной воды реки Томи; предварительная оценка эффективности мембранной фильтрации при очистке речной воды непосредственно после реагентной обработки.

Мембраны Microza® имеют номинальный и абсолютный размер пор до 0,1 микрон. Это обеспечивает удаление частиц размером до 0,1 микрон, включая цисты лямблий и криптоспоридий.

Пилотная установка включает в себя мембранный модуль, всё необходимое для её корректного функционирования насосное и ёмкостное оборудование, смонтированное на единой раме с управляющим блоком, компрессор и ёмкость хранения химических реагентов.

Установка управляется при помощи компьютера с жидкокристаллическим сенсорным дисплеем. Вся информация, полученная в процессе пилотных испытаний, регистрируется и сохраняется в этом блоке управления.

Изображение на сенсорном дисплее показывает общую схему потоков и приборов пилотной установки. Исходная вода поступает в бак исходной воды (В1). Насос исходной воды (PU 01) прокачивает воду через мембранный модуль, создавая перепад давления на мембранах. Все частицы, присутствующие в воде, задерживаются на мембране, а очищенная вода, проходя через мембрану, собирается в баке пермеата (В 2). От 0 до 10 % исходной воды может рециркулировать над мембраной, и возвращаться в бак исходной воды. Этот поток называется ретентат. Растворы для химической промывки мембран содержатся в баке В 5. Насос (PU 02) перекачивает пермеат потребителю, а также используется для механической очистки мембранного модуля.

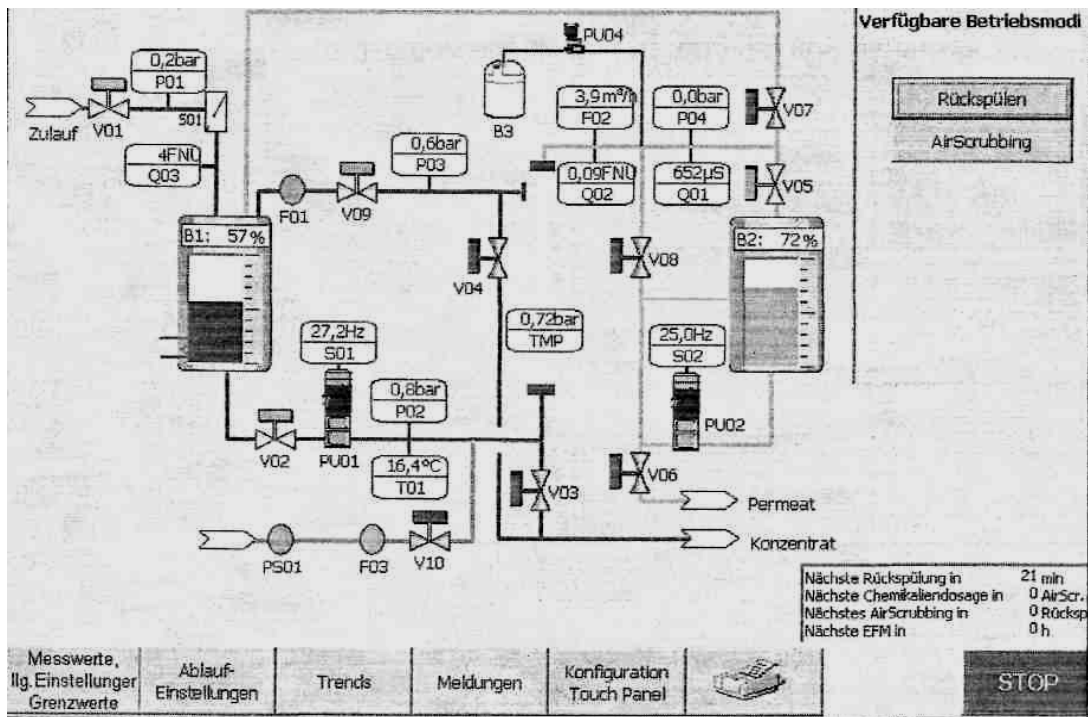


Рисунок 2 – Базовая схема потоков на дисплее пилотной установки

Удельный поток фильтрата через модуль UNA-620A в течение отчетного периода составлял 40-50 л/м<sup>2</sup>/ч. Проницаемость мембран колебалась в диапазоне 100-150 л/м<sup>2</sup>/час/бар. В конце мая - начале июня проницаемость снизилась до почти 25 л/м<sup>2</sup>/час/бар. Однако после проведенных щелочного и кислотного СІР проницаемость восстановилась до 130 л/м<sup>2</sup>/час/бар.

На рисунке 3 представлены мутность исходной воды и фильтрата.

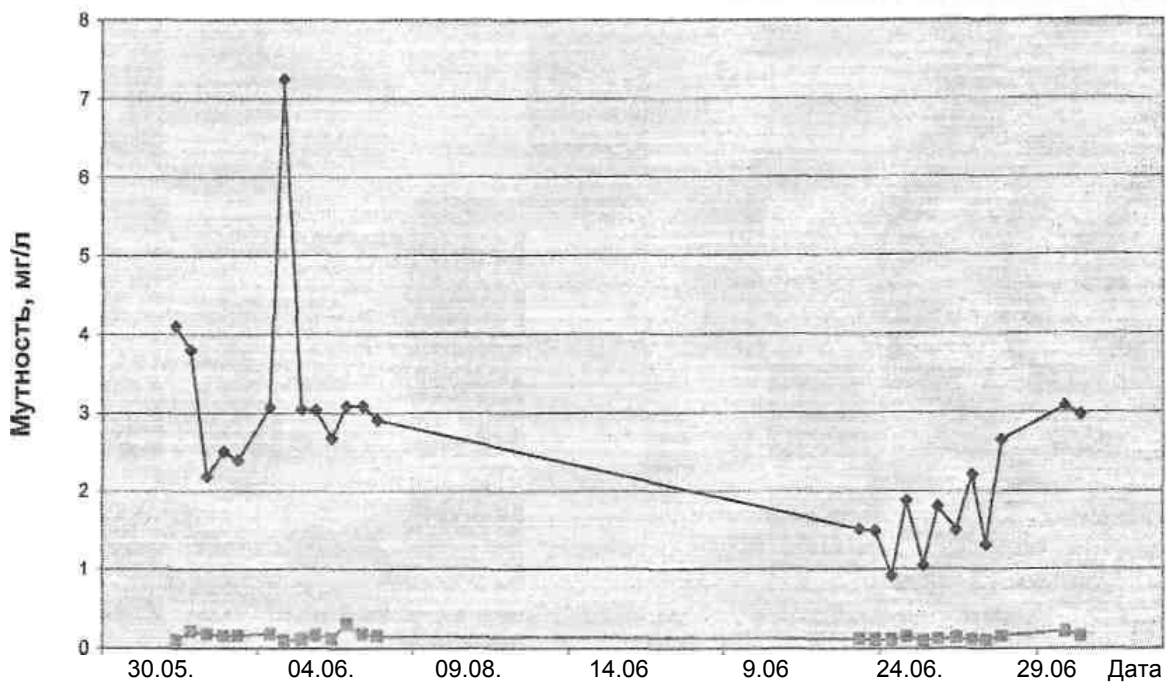


Рисунок 3 – Мутность исходной воды и пермеата (фильтрата)

Как видно из графиков, мутность пермеата на исследуемом мембранном элементе гарантированно ниже существующего норматива в 1,5 мг/л. Среднее значение мутности составляла 0,22 мг/л в апреле, 0,19 мг/л в мае и 0,15 мг/л в июне.

В исходной (коагулированной и отстаивной) воде наблюдались пиковые значения мутности до 15,8 мг/л в апреле, до 7,63 мг/л в мае до 7,25 мг/л в июне. Среднее значение мутности исходной (коагулированной и отстаивной) воды составило 4,59 мг/л в апреле, 4,18 мг/л в мае, 2,62 мг/л в июне. Пики мутности не оказали влияния на рабочее давление на мембране и на ее производительность. Среднее значение снижения мутности составило более 94%.

Аналогичные графики получены по цветности и общему микробному числу.

УДК 628

## **ФИЛЬТРУЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ**

**Ланге В.Е.**

**Научные руководители: профессор Гохман Б.М., доцент Ланге Л.Р.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

На современных очистных сооружениях фильтрация является одним из заключительных этапов очистки воды (после нее применяется только обеззараживание). Обычно в фильтр приходит вода уже прошедшая (после коагулирования) отстойники или осветлители. Основным рабочим элементов фильтров является фильтрующая загрузка.

При выборе фильтрующей загрузки исходят из его стоимости и возможности получения в районе расположения данной станции, при условии соответствия выбранного материала техническим требованиям.

К основным техническим характеристикам зернистого материала относятся гранулометрический состав и неоднородность, механическая прочность, химическая стойкость, санитарно-гигиенические показатели, плотность, межзерновая пористость засыпки и форма зерна.

На каждый новый фильтрующий материал по результатам его испытаний составляется паспорт, на основе которого выдается разрешение на применение этого материала в сооружениях при подготовке воды хозяйственно-питьевого назначения.

При выборе фильтрующей загрузки предпочтение следует отдавать материалам, имеющим развитую удельную поверхность зерен и большую межзерновую пористость. Этим требованиям в наибольшей степени отвечают зернистые материалы, получаемые дроблением плотных, или, лучше, пористых кусковых материалов. Увеличение межзерновой

пористости и удельной поверхности обеспечивает увеличение грязеемкости загрузки и, как следствие, возможность повышения скорости фильтрации или увеличения длительности фильтроцикла.

Для сооружений с восходящим фильтрационным потоком (контактные осветлители) предпочтение следует отдавать «тяжелым» загрузкам с плотностью  $2,6 \text{ г/см}^3$  и более, поскольку предельные потери напора в них определяются массой столба загрузки в воде. Минимально допустимое значение плотности загрузки для фильтров с нисходящим фильтрационным потоком при заданной крупности зерен определяется приемлемыми условиями ее промывки. Применительно к очистке природных вод при их реагентной обработке интенсивность восходящего потока воды желательно иметь не ниже  $12\text{—}14 \text{ л/с}\cdot\text{м}^2$ . При этом обеспечивается полное удаление отмытых из загрузки загрязнений.

При осложнении условий промывки (наличие нефтепродуктов, тяжелых илистых загрязнений и т. п.) предельные значения интенсивности и, следовательно, крупности зерен или плотности фильтрующего материала определяются в эксперименте. Эти требования уточняются при применении водовоздушной промывки с низким отводом воды (контактные осветлители типа КО-3) или при применении плавающих загрузок, когда изменено направление промывного потока воды.

Для двух и многослойных фильтров требуются зернистые материалы различной плотности. Градиент плотности выбирается из условия несмешиваемости смежных слоев загрузки при заданном соотношении крупности их зерен.

Следует иметь в виду, что материалы с внутренней пористостью (типа керамзита, вулканического шлака) характеризуются величиной кажущейся плотности, которая меньше истинной за счет того, что часть объема зерен (пустоты) занята водой. Такие материалы перед употреблением должны быть замочены на  $1\text{—}4$  суток, в течение которых они набирают до  $70\text{—}90\%$  предельной величины кажущейся плотности, что вполне достаточно для проведения пусконаладочных работ.

При наличии нескольких видов промышленно доступных фильтрующих материалов выбор загрузки для вновь построенных или действующих сооружений производится на основе технико-экономических расчетов. При этом принимаются во внимание такие факторы, как возможность повышения производительности сооружений за счет использования высокоэффективных зернистых загрузок, затраты на транспортировку исходного материала и его кондиционирование (дробление, рассев), возможность использования отходов отсева, санитарные условия операций по кондиционированию, долговечность материала. Здесь следует заметить, что регламентирующая величина механической прочности (суммарные потери на истирание и измельчение не более  $4,5 \%$  в год) предусматривает полное разрушение фильтрующего материала в течение примерно 22 лет.

«Правилами технической эксплуатации систем водоснабжения и водоотведения предусмотрена догрузка фильтров зернистым материалом из расчета 7—10% в год, т.е. полная замена его производится за 14—10 лет. Каждые 10 лет, кроме того, необходимо выгружать фильтрующий материал для ремонта дренажно-распределительной системы.

Нами были исследованы фильтрационные и механические свойства горелых пород фирмы «Аргеллит» г. Киселевск. Образовались они в результате подземных пожаров без доступа воздуха тысяча лет назад из аргиллитов алевролитов оргеллитов и песчаников.

Химический состав горелых пород:  $\text{SiO}_2$  – 68,7%,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 21,5%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 4,7%,  $\text{MgO}$ ,  $\text{MnO}$  и др – 5,6%

Результаты исследований представлены в таблице

Размер ячеек, мм	Проба №1 Киселевск		
	Остаток на сите		Прошло через сито, %
	г	%	
2,00	5	1,1	98,9
1,60	90	19,1	79,9
1,25	150	31,8	48,1
1,00	104	22,0	26,1
0,50	123	26,1	0,0
< 0,5	0	0,0	
Итого	472	100,0	
Эквивалентный диаметр, мм			1,14
Коэффициент неоднородности			2,20
Плотность, т/м <sup>3</sup>			2,39
Пористость:    max.			58%
min.			51%
Измельчаемость			0,10%
Истираемость			0,15%

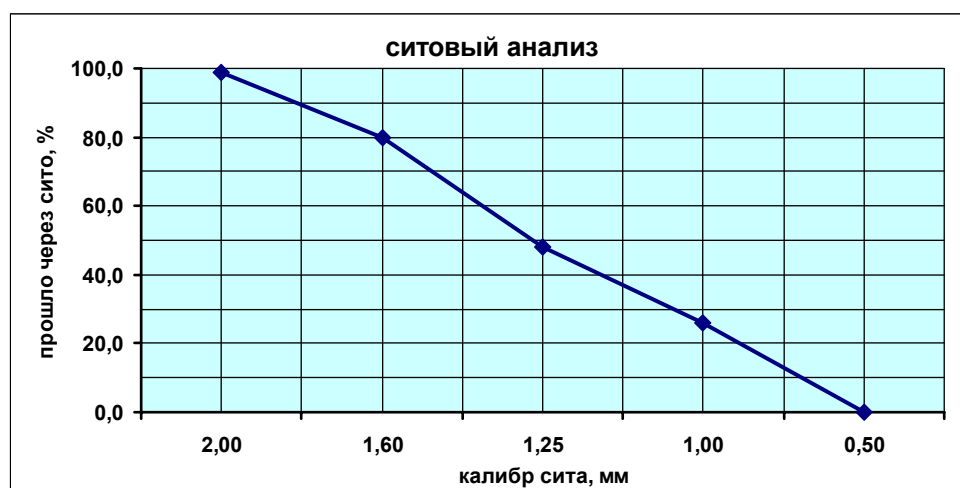


Рисунок – Ситовый анализ горелых пород

Этот минерал обладает уникальными фильтрационными и высокими механическими свойствами.

В настоящее время этот фильтрующий материал применяется не только в Кемеровской, но и в Томской, Новосибирской, Омской областях, Алтайском и Красноярском краях.

Этот материал позволяет снизить мутность питьевой воды до 0,2 - 0,6 мг/дм<sup>3</sup>, при норме 1,5 мг/дм<sup>3</sup>, и европейской норме 0,58 мг/дм<sup>3</sup>.

УДК 628

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАБОТЫ ОТСТОЙНИКОВ С КАМЕРАМИ ХЛОПЬЕОБРАЗОВАНИЯ**

**Бабакова Н.В.**

**Научные руководители: профессор Гохман Б.М., доцент Ланге Л.Р.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Одним из важнейших факторов национальной безопасности любой страны является обеспечение населения питьевой водой.

Питьевая вода – необходимый элемент жизнеобеспечения населения, так как от ее качества, количества и бесперебойной подачи зависят состояние здоровья людей, уровень их санитарно-эпидемиологического благополучия, степень благоустройства жилищного фонда и городской среды, стабильность работы коммунально-бытовой сферы.

В процессе очистки питьевой воды важную роль играет первая ступень очистки, представленная камерами хлопьеобразования и отстойниками.

Назначение камер хлопьеобразования – обеспечить равномерное интенсивное в начале камеры и более плавное в конце перемешивание воды, обработанной коагулянтom. Особенно важно обеспечить необходимое перемешивание в камерах хлопьеобразования в период низких температур воды.

Укрупнение коллоидных частиц, образовавшихся в процессе гидролиза коагулянтов, происходит постепенно в течение длительного времени. На процесс их формирования оказывают влияние такие факторы, как температура и качество воды, доза коагулянта, режим перемешивания и пр. Практикой установлено, что скорость образования хлопьев замедляется при низкой температуре воды, хлопья образуются мелкие, плохо осаждающиеся, эффективность очистки воды снижается. За счет повышения интенсивности перемешивания воды в камере хлопьеобразования ускоряется рост частиц в результате их учащенного взаимного столкновения, при этом увеличивается взаимосвязь между ними, хлопья образуются более тяжелые и прочные.

В то же время применяемые в нашей стране типовые, традиционные



камеры хлопьеобразования гидравлического типа из-за своего конструктивного несовершенства во многих случаях не могут обеспечить необходимые условия для эффективного хлопьеобразования. Кроме того, в них отсутствует возможность регулирования интенсивности перемешивания, которая должна изменяться при изменении качества исходной воды и ее температуры.

Процессы хлопьеобразования оказывают решающее влияние на эффективность работы всего комплекса сооружений по очистке природных вод как на стадии ее отстаивания, так и при фильтровании. Учитывая важную роль процессов хлопьеобразования для очистки воды, многие исследователи занимались разработкой новых конструкций камер хлопьеобразования или модернизацией существующих типов.

Основной проблемой и главной технологической задачей являются совершенствование и оптимизация режима реагентной обработки воды с применением коагулянтов.

Основными факторами, существенно влияющими на интенсификацию процесса коагуляции примесей воды в объеме, являются следующие.

- С увеличением дозы коагулянта до оптимальной скорость хлопьеобразования возрастает.

- Способствуют этому процессу также повышение температуры и перемешивание воды. Например, в зимнее время при низких температурах очистка воды сульфатом алюминия протекает неудовлетворительно. Коагулирование примесей воды в образующейся при гидролизе коагулянта коллоидной системе – самый медленный процесс, тормозящий хлопьеобразование и осаждение гидроксида алюминия. Это объясняется тем, что при низких температурах снижаются подвижность коллоидных частиц и частота их соударений, обуславливающих агломерацию.

Подвижность примесей воды в процессе коагуляции увеличивается при ее перемешивании. Так, улучшение хлопьеобразования наблюдается при интенсификации работы гидравлических смесителей, за счет удлинения времени перемешивания и других факторов. Но самым существенным средством, позволяющим значительно повысить эффективность хлопьеобразования и последующего осветления взвеси, является механическое перемешивание обрабатываемой воды с введенным в нее коагулянтом.

- Предварительная обработка воды окислителями также повышает эффективность коагуляции. Это объясняется тем, что окислители разрушают гидрофильные органические соединения, стабилизирующие дисперсные примеси воды, и облегчают условия протекания коагуляции. Особенно эффективно применение окислителей при обработке маломутных цветных вод. При этом возрастает гидравлическая крупность хлопьев коагулированной взвеси и интенсифицируется осветление воды.

На основании изложенного возможные методы улучшения очистки воды коагулированием могут быть разделены на несколько групп:

а) изменение режима реагентной обработки в пределах используемого на станции сульфата алюминия и ПАА;

б) добавление к существующей технологии дополнительных реагентов или минеральных и сорбционных материалов;

в) рециркуляция коагулированной взвеси в зону введения коагулянта;

г) перемешивание воды аэрацией или использование в смесителях и камерах хлопьеобразования механического смешения реагентов с водой;

д) замена сульфата алюминия и ПАА на другие более эффективные в данных условиях коагулянты и флокулянты;

е) применение окислителей: хлора, озона и др.;

ж) использование физических методов в дополнение к реагентной обработке воды: обработка воды в магнитном и электрическом поле; воздействие ультразвуком или ультрафиолетовым облучением и др.;

з) улучшение или изменение технического и технологического состояния очистных сооружений, в частности, отстойников и фильтров, а также режима и условий их эксплуатации.

Далее остановимся подробнее на двух из перечисленных методов: рециркуляции коагулированной взвеси в зону введения коагулянта и использованию в смесителях и камерах хлопьеобразования механического смешения реагентов с водой, которые, по нашему мнению, могут быть использованы на Драгунском водозаборе г. Новокузнецка.

При показателях качества воды, требующих для эффективного хлопьеобразования введения дополнительной твердой фазы, могут применяться тонкослойно-эжекционные (рециркуляционные) камеры хлопьеобразования.

Рециркуляция осадка заключается в обработке воды с возвратом части отработанного осадка в зону подачи исходной воды после смесителя. Это приводит к экономии коагулянта и ускорению осаждения скоагулированной взвеси в отстойниках и осветлителях.

Существуют два способа рециркуляции — по внутреннему и наружному контуру. Рециркуляция по *наружному контуру* включает в себя отвод шламовой жидкости из камер хлопьеобразования, отстойников, осветлителей или фильтров и частичное отстаивание ее (иногда с добавлением реагентов), обеззараживание и возврат осадка в смеситель.

Рециркуляция по *внутреннему контуру* предусматривает возврат образовавшихся хлопьев в зону подачи исходной воды с раствором коагулянта без вывода их из рециркуляционной емкости. По этому принципу работают осветлители со взвешенным осадком в США, Германии, Франции и в некоторых других странах.

Интересная конструкция рециркуляторов разработана в СПбНИИ АКХ. Авторы данной конструкции считают, что потеря устойчивости золь гидроксидов алюминия или железа объясняется тем, что вводимые осадки поглощают из адсорбционного слоя мицеллы ионы, придающие коллоидным частицам устойчивость. Кроме того, осадки, введенные в качестве затравок,

являются своеобразными центрами хлопьеобразования. В результате растут прочность и плотность вновь образующихся хлопьев и, соответственно, их гидравлическая крупность.

Данные предпосылки легли в основу нового метода рециркуляции осадка, в котором для снижения степени диспергирования хлопьев рециркуляцию осуществляют по «внутреннему контуру», т. е. без вывода основной части хлопьев из сооружения.

Этот метод реализован в разработанных СПбНИИ АКХ камерах хлопьеобразования зашламленного типа с рециркулируемым слоем осадка (рисунок 1).

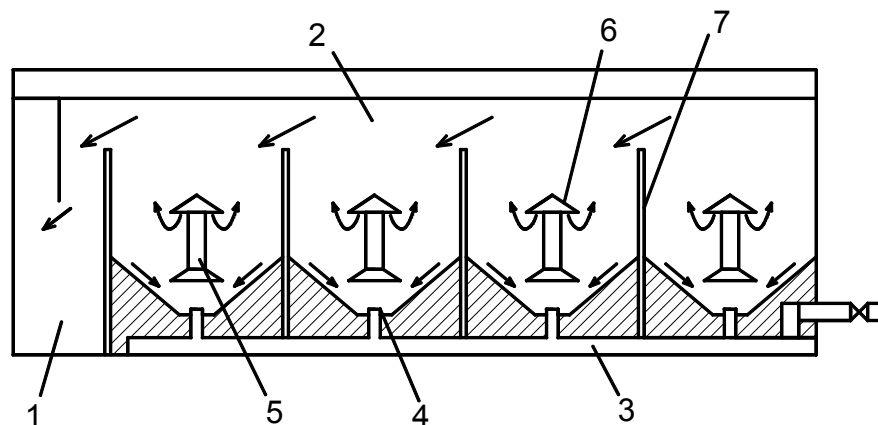


Рисунок 1 – Камера хлопьеобразования с малогабаритными аппаратами для рециркуляции осадка: 1 —отстойник; 2 — камера хлопьеобразования; 3 — канал исходной воды; 4 — патрубок с соплом; 5 — смеситель; 6 — направляющий аппарат; 7 — перегородки

Разработаны разнообразные аппараты (в том числе и малогабаритные), позволяющие с относительно невысокими затратами реконструировать практически любые типы сооружений первой ступени осветления воды. Данный способ применен в г. Осинники. Другим рассмотренным нами методом интенсификации процесса коагулирования воды является повышение интенсивности перемешивания коагулянта с водой.

Важным этапом при очистке воды коагулированием является нейтрализация коллоидных частиц загрязнений. Время коагуляции очень мало, и наилучшие результаты достигаются при условии, когда коллоидные частицы полностью нейтрализованы до образования хлопьев в форме гидроксида металла. Поэтому считается, что назначение смесителей состоит не только в равномерном распределении коагулянта в обрабатываемой воде до момента образования хлопьев во всей массе, но и в чрезвычайно быстром смешении, чтобы коагулянт вступил в контакт с максимальным числом частиц загрязнений до того, как закончатся реакции гидролиза и полимеризации.

Гидравлические смесители, как правило, не обеспечивают оптимального протекания процессов коагуляции, особенно в холодное время года.

Другим важным этапом, от которого зависит эффективность очистки воды, обработанной минеральными и органическими реагентами, является процесс образования хлопьев (ортокинетическая коагуляция), протекающий в камерах хлопьеобразования.

Равномерное медленное перемешивание в камере хлопьеобразования благоприятствует укрупнению мелких хлопьев, способных сравнительно легко осесть в отстойниках.

Общим недостатком всех гидравлических камер хлопьеобразования является то, что в них невозможно изменить интенсивность турбулизации потока при изменении условий, например, при понижении температуры воды или ее состава. Они не позволяют регулировать интенсивность перемешивания и влиять на эффективность хлопьеобразования при изменении качества исходной воды по сезонам года, а иногда и в течение более короткого времени.

Использование механических мешалок в смесителях и камерах хлопьеобразования позволяет поддерживать устойчивый режим хлопьеобразования независимо от расхода обрабатываемой воды, а также регулировать режим перемешивания при изменении качества воды. Они повышают эффективность очистки воды благодаря обеспечению оптимальной интенсивности смешения, т. е. способствуют образованию более плотных хлопьев, отделению углекислоты и ускорению процесса седиментации.

Схема камеры хлопьеобразования с механическими лопастными мешалками представлена на рисунке 2. Основным достоинством таких камер является возможность регулирования скорости вращения мешалок.

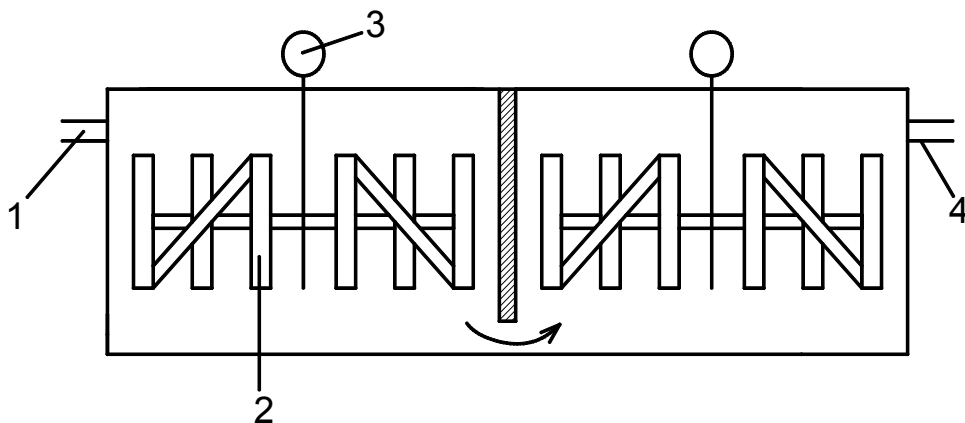


Рисунок 2 – Камера хлопьеобразования с механическими мешалками  
1 – подача воды; 2 – лопастные мешалки; 3 – электродвигатель;  
4 – отвод воды

Целесообразность применения механических мешалок подтверждается опытом работы водоочистных станций за рубежом и рекомендуются нами для внедрения на Драгунском водозаборе г. Новокузнецка.

## ИНТЕНСИФИКАЦИЯ КАМЕР ХЛОПЬЕОБРАЗОВАНИЯ

Скворцов А.С.

Научные руководители: профессор Гохман Б.М., доцент Ланге Л.Р.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

На Драгунской станции водоподготовки запроектированы камеры хлопьеобразования со слоем взвешенного осадка. При малой мутности, взвешенный осадок в рассматриваемой КХО образуется плохо, в результате чего не происходит должного смешения коагулянта с мелкими частицами взвеси и эффект очистки воды падает. Следовательно применение данного сооружения, при малых мутностях, не эффективно.

Плавающая загрузка в таком сооружении могла бы выполнять ту же роль что и слой взвешенного осадка, а именно смешивать микрохлопья коагулянта с мелкими частицами взвеси, за счет стесненного пространства, в результате чего образуются более крупные хлопья (агрегаты). Эти агрегаты, за счет большой крупности и удельного веса, больше, удельного веса воды, осаждаются в отстойниках.

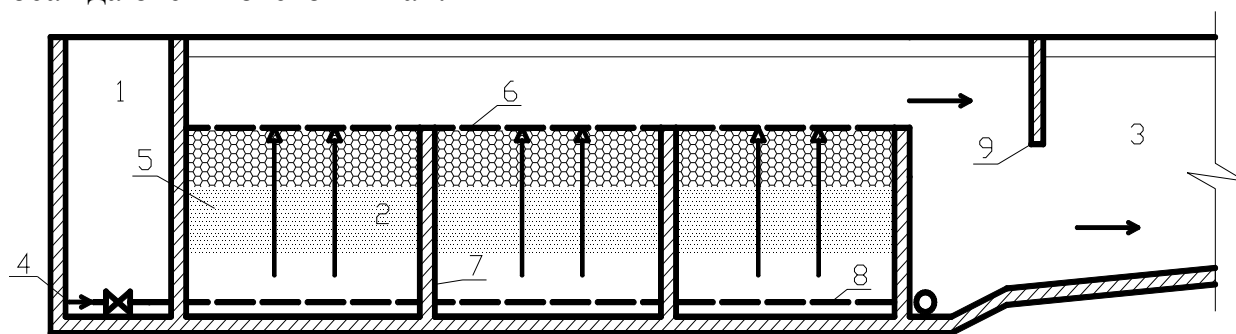


Рисунок 1 – Камера хлопьеобразования с плавающей загрузкой  
1-камера переключения; 2-камера хлопьеобразования; 3-горизонтальный отстойник; 4-подача исходной воды; 5-плавающая загрузка; 6-удерживающая решетка; 7-железобетонные перегородки; 8-распределительная система; 9-подвесная перегородка

Применение плавающей загрузки (ПЗ) в КХО вместо слоя взвешенного осадка позволит повысить эффект очистки и необходимый эффект очистки будет, не зависимо от количества мутности и времени года.

При всех плюсах плавающая загрузка в фильтрах имеет и существенный минус.

Верхняя распределительная система (поддерживающая решетка) имеет большие размеры  $F=36 \text{ м}^2$ , поэтому должна быть весьма прочной, чтобы выдерживать выталкивающую силу в воде слоя плавающей загрузки,

которая для двухметрового слоя загрузки может достигать  $1,2 \text{ т/м}^2$ .

На практике, распределительная система не выдерживает такой нагрузки, их постоянно срывает. Этот недостаток является одним из главных проблем и минусов фильтров с плавающей. Следовательно, он будет и в КХО с плавающей загрузкой (ПЗ).

Распределительная нагрузка и давление направленно вверх и давит на поддерживающий слой. Следовательно, для того чтобы поддерживающая решетка выдерживала эту нагрузку нужно создать условия, при которых возникает обратная сила, равная и превосходящая этой нагрузки. Рассмотрим несколько вариантов интенсификации поддерживающего слоя в ФПЗ, а одновременно и в КХО с ПЗ.

1. Деление поддерживающей решетки, т.е. распределение на более мелкие площади, с  $F=36 \text{ м}^2$  до  $F=18 \text{ м}^2$  (рисунок 2). Деление произойдет за счет того, что мы опустим на решетку 5 металлическую балку 2, которая будет делить её на две равные части.

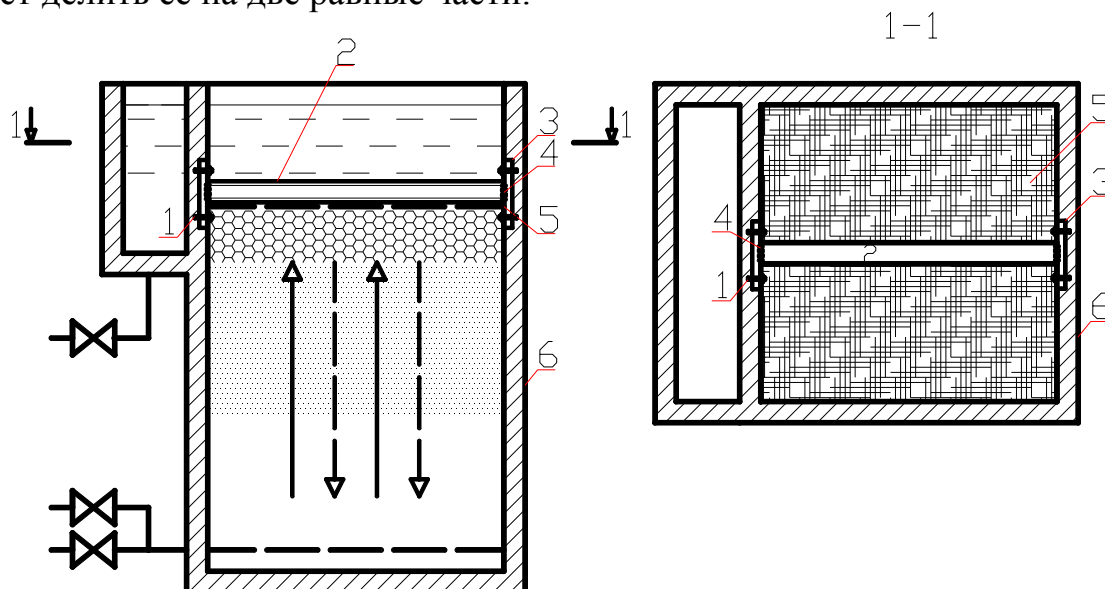


Рисунок 2 – Интенсификация распределительной системы с крепящей балкой

Эту балку мы закрепим сваркой 4 металлической пластине 3, которая в свою очередь будет держаться на стене фильтра 6 мощными анкерами 1. Помимо того, что мы уменьшили площадь, а следовательно и нагрузку, балка будет играть роль противовеса и дополнительно увеличит прочность поддерживающей решетки. В результате, возникает сила, препятствующая и противостоящая распределительной нагрузке на решетку.

2. Во втором варианте рассмотрим крепление поддерживающей решетки не сверху, а снизу (рисунок 3). А именно, используем громадный вес всего фильтра и свойства металла, а точнее его прочность на растяжение. Натяжными металлическими стержнями можно создать силу, препятствующую распределительной нагрузке на решетку, которые будут располагаться ниже решетки. Металлический стержень хорошо работает на

растяжение и выдерживает достаточно большую нагрузку. Поэтому, их достаточно несколько штук распределить по площади решетки, для того чтобы выдержать необходимую нагрузку. Сам стержень будет крепиться следующим образом. Сверху, натяжной металлический стержень 4 будет крепиться на анкер-болт к металлической пластине 1, которая в свою очередь крепится к решетке). Снизу стержень крепиться на металлический крюк-арматуру 5, а крюк крепиться к металлической пластине вставке 6. Она же, прикреплена к железобетонному основанию фильтра на анкер-шпильку 3.

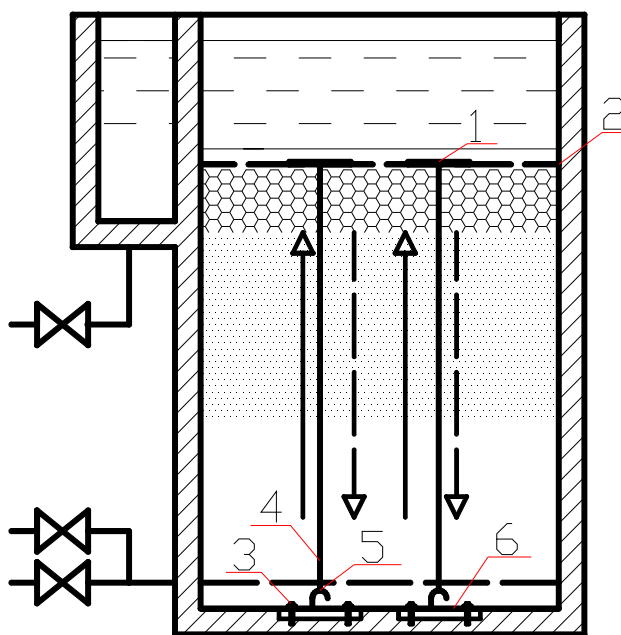


Рисунок 3 – Интенсификация распределительной системы с натяжным металлическим стержнем

3. Третий вариант, на мой взгляд, наиболее металлоёмкий и трудоёмкий. Он заключается в том, чтобы использовать не плоскопараллельную, а дугообразную поддерживающую решетку, изогнутую вниз (рисунок 4а). Такая конструкция прочнее, чем обычная решетка, но тогда эта конструкция будет работать на растяжение т.е. она будет стремиться выпрямиться и будут возникать большие боковые усилия на стенки фильтра, где идёт непосредственное крепление решетки. Поэтому, в том месте, где будет крепиться решётка, устанавливается металлическая пластина (вставка) 3 и крепится она анкер-шпилькой 1, а к ней уже непосредственно швеллерами и сваркой крепится дуговая поддерживающая решетка 2.

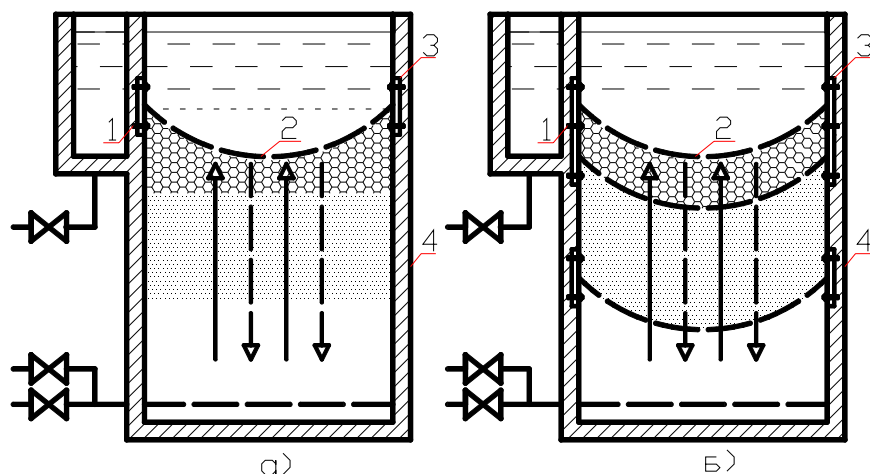


Рисунок 4 – Интенсификация распределительной системы с дугообразной решеткой

При использовании такой конструкции, загрузка распределена не равномерно, следовательно, фильтрование воды и загрязнения загрузки происходит также не равномерно. Поэтому, для равномерного распределения загрузки следует, отделить такой решеткой каждый слой с однородной загрузкой (рисунок 4б). Тем самым, мы не только обеспечим равномерное фильтрование воды, но и разгрузим поддерживающую решетку (уменьшим нагрузку).

Как уже было сказано ранее, в третьем варианте, при использовании дугообразной поддерживающей решетки (2) возникают большие боковые усилия на стенки фильтра, где идёт непосредственное крепление решетки. Для того, чтобы эти нагрузки уменьшить, можно поставить распорки в виде натяжного металлического стержня 6 (рисунок 5). Этот стержень, также как и во втором варианте, будет крепиться на металлический крюк-арматуру 5, а крюк крепиться к металлической пластине вставке 3, она же в свою очередь крепиться к стенке фильтра 4 анкер-шпильками 1.

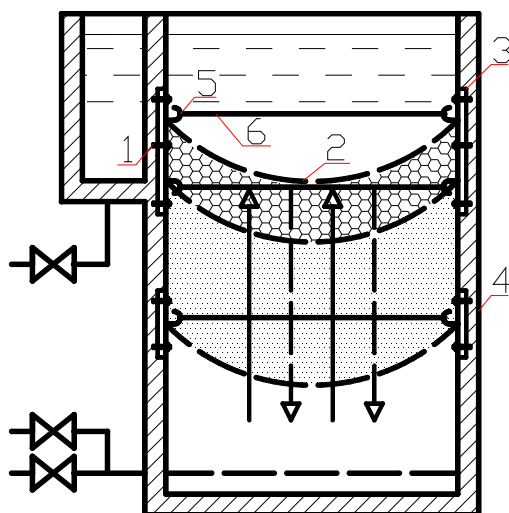


Рисунок 5 – Интенсификация распределительной системы с дугообразной решеткой и натяжными металлическими стержнями-распорками



Все предложенные варианты должны быть исследованы применительно к Драгунской станции водоподготовки.

УДК 628.12

## ПРИМЕНЕНИЕ НАСОСОВ С ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМЫМ ПРИВОДОМ ДЛЯ ПРОМЫВКИ ФИЛЬТРОВ

**Благодарзумы Ю.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Любувский З.Е.**

*Сибирский государственньй индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Содержащиеся в очищаемой воде частицы взвесей задерживаются в водопроводньх фильтрах в порах фильтрующей загрузки и периодически удаляются из неё промывкой. В этом процессе промывная вода, поступающая в дренажную систему фильтра, взвешивает и расширяет загрузку, при этом менее плотные и меньшие чем зёрна загрузки частицы загрязнений оказываются в верхнем слое и удаляются с водой в сбросные желоба. Такой режим работы фильтра настраивается на обычную мутность очищаемой воды и не учитывает случаев резкого увеличения мутности, что произошло, например, при прорыве дамбы золоотвала Южно-Кузбасской ГРЭС и привело к недостатку воды потребителям, так как существенно сократило полезное время фильтроцикла.

Таким образом, в классической теории промывки фильтров мы имеем значение интенсивности, равное некоторой постоянной величине. Но чтобы решить, внезапно возникнувшую проблему, не увеличивая время промывки, необходимо варьировать значение интенсивности. Решающую роль в этом сыграют **насосы с частотно-регулируемым приводом**.

Принцип работы такой промывки заключается в том, что значение интенсивности промывки определяется в зависимости от мутности осветленной воды. Таким образом, на каждый необходимый расход подобран свой режим работы насоса, что существенно повысит эффективность промывки и снизит затраты электроэнергии. Ниже изложен пример расчета такого насоса применительно к фильтрам.

Таблица 1 – Координаты характеристик

$H_{1450}$	Сеть 1	Сеть 2	$H_{900}$	$Q$ , л/с
23,4	7,6	9,5	8,9	400
21,8	8,3	10,3	8,3	500
20	9,2	11,3	7,6	600
17,8	-	12,4	6,7	700
15,2	-	13,6	-	800
12,3	-	15	-	900

По расчёту в таблице 1 на рисунке 1 приведены характеристики подачи промывной воды насосом Д2000-21с характеристикой  $H = 26,1 - 17Q^2$  при частоте вращения  $n = 1450$  об/мин, диаметр рабочего колеса  $D = 460$  мм: в стационарном режиме насос работает с пониженной частотой вращения рабочего колеса  $n_1 = 900$  об/мин и подаёт на промывку  $Q_1 = 510$  л/с через сеть  $H_{c1} = 6,2 + 8,45Q^2$ , а в случаях повышенной мутности подаёт до  $Q_2 = 840$  л/с через сеть  $H_{c1} = 8,2 + 8,3Q^2$  при номинальной частоте вращения 1450 об/мин.

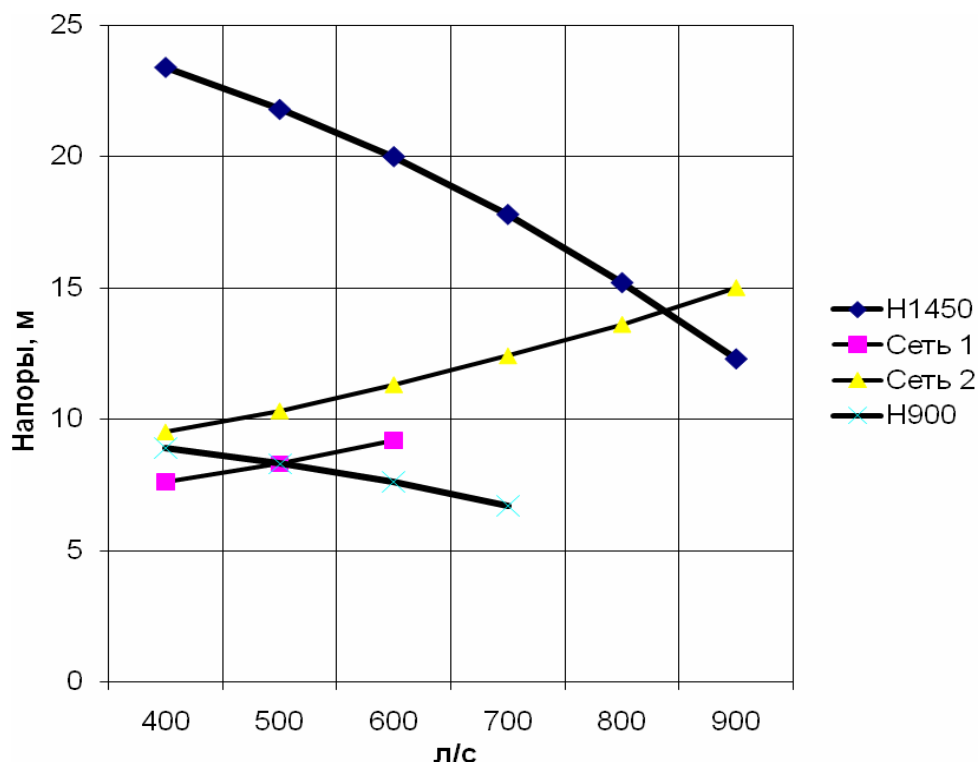


Рисунок 1 – Характеристики промывки

Рисунок 1 «Характеристика промывки» иллюстрирует два режима работы насоса. Как видно из графиков сеть 1 и сеть 2, статическая высота подачи в двух случаях различна. Это объясняется тем, что фильтрующая загрузка при разной интенсивности имеет различное относительное расширение.

В связи с этим, чтобы избежать вымывание фильтрующей загрузки, в конструкции фильтров необходимо устройство двух и более сборных желобов, связанных с карманом фильтра. При повышении интенсивности промывки, нижние из них будут перекрыты, а верхний – открыт. Однако в конструктивном и эксплуатационном смысле данное решение нецелесообразно и неудобно, поскольку устройство дополнительных сборных желобов – идея дорогая и труднореализуемая.

В этом смысле лучше всего подходит конструктивное решение, предложенное моим руководителем З.Е. Любовским: т.е. использование сборного желоба с возможностью вертикального перемещения.

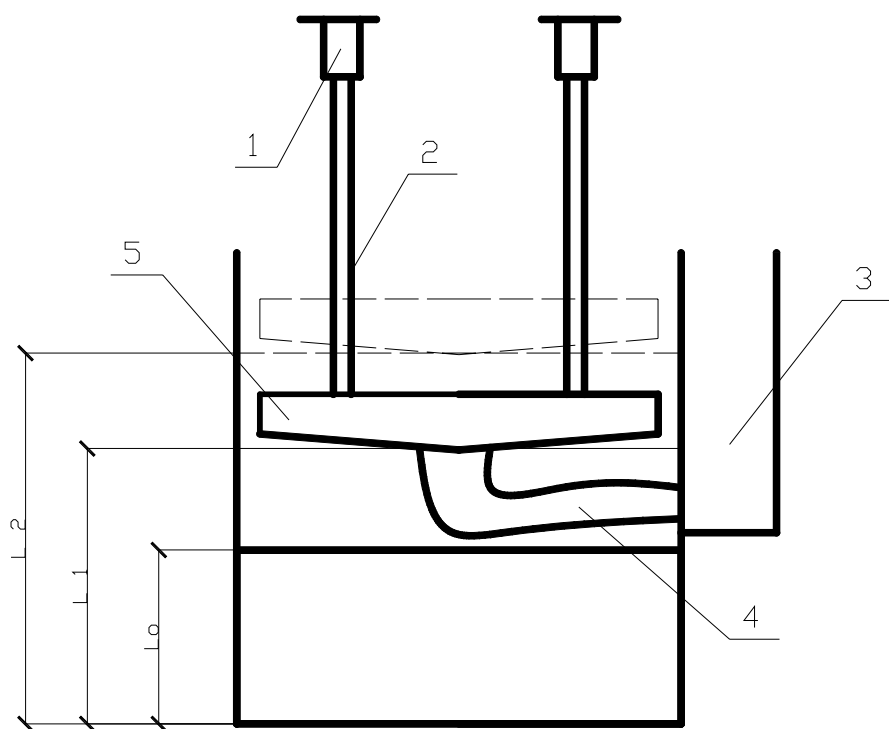


Рисунок 2 – Конструкция фильтра с вертикально-перемещающимся желобом

Вертикально-скользящий желоб (5) закреплен на подвижных связях (2), присоединенных к грузоподъемному механизму (1). Желоб связан со сборным карманом (3) с помощью гофрированной трубы (4). Таким образом, при повышении уровня подъема загрузки от L1 к L2, желоб переходит из нижнего положения в верхнее.

Весь технологический процесс можно полностью автоматизировать: мутность, определяется специальным прибором, с которого сигнал идет на реле, подключенное к двигателю насоса (таким образом, устанавливается необходимая частота вращения рабочего колеса), далее сигнал идет на грузоподъемный механизм желоба, устанавливая его на нужную высоту.

УДК 628.3

## УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД

**Безъязычная И.А.**

**Научный руководитель: доцент Благоразумова А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В результате очистки городских сточных вод образуется огромное количество осадков, ежегодный объем накопления которых в Российской Федерации уже превышает 45 млн.т.

Утилизация осадка сточных вод является важнейшей частью экологической проблемы. Кроме природоохранного значения проблема

утилизации осадка имеет и экономическое значение, содействует восполнению сырьевых и материальных ресурсов.

В настоящее время разработаны следующие основные направления утилизации:

### **1.Использование осадков в качестве удобрений**

1.1.Термически высушенные осадки используются для улучшения структуры и плодородия торфяных и песчаных почв. По удобрительной ценности уступают лишь навозу.

1.2.В 2001 году разработан ГОСТ Р 17.4.03.07-2001 «Охрана природы. Почвы. Требования к свойствам осадков сточных вод при использовании их в качестве удобрений».

В сельском хозяйстве осадки могут использоваться при содержании в них тяжелых металлов в соответствии с ГОСТом.

1.3.Использование осадков городских сточных вод при рекультивации земель.

**2.Использование осадков для приготовления кормовых добавок к рационам питания сельскохозяйственных животных и зверей ценных пород, полученных на базе избыточного активного ила.**

Из активного ила получают белок, технические витамины В<sub>12</sub> и аминокислоты. При соблюдении технических условий на использование – высокие показатели при кормлении животных.

### **3.Получение товарных продуктов.**

В настоящее время этот метод приобретает все большее применение, в частности применение пиролиза для получения керосина, смолы, бензина, а также технического жира и мыла.

**4.Получение материалов для строительной промышленности в результате сжигания осадков.**

Применяют полученную золу в качестве добавок при изготовлении строительных растворов.

**5.Применение в энергетике на базе получения биогаза – для тепловой, механической и электрической энергии.**

### **6.Получение топливных брикетов.**

По теплотворной способности осадки, обезвоженные и сформированные в брикеты, идентичны торфам и бурым углям.

### **7.Перспективно – технологическая утилизация.**

1)осадка сточных вод + грубо измельченные целлюлозно – содержащие материалы (ЦМ)

2)осадка сточных вод + ЦМ для приготовления топлива или удобрения, в зависимости от состава.

Осадки городских сточных вод целесообразно использовать главным образом, в сельском хозяйстве в качестве азотно-фосфорных удобрений, содержащих необходимые для развития растений микроэлементы и органические соединения.

Исследованиями было определено, что наиболее ценным

органическим элементом, особенно богатым азотом и фосфорным ангидридом, является активный ил.

Органические удобрения, произведенные на основе ОСВ, обогащают почву питательными макро- и микроэлементами и органическим веществом. С другой же стороны, содержащиеся в ОСВ и компостах тяжелые металлы, попадая в почву, могут отрицательно воздействовать на растения, животных и человека, на природную среду в целом.

Поэтому задачей вторичного использования осадков городских очистных сооружений является обеспечение соответствия качества осадков нормативным требованиям.

В последние годы наметилась явная тенденция к увеличению использования осадка в качестве удобрения. Так, в качестве удобрения в западноевропейских странах и США используется в среднем 33% осадков сточных вод (ОСВ). При этом в Люксембурге в сельском хозяйстве применяют 90% годового выхода ОСВ, в Швейцарии – 70%, Дании – 54%, Франции – 50%, Италии – 33%, Германии – 30%, Бельгии – 29%, Голландии – 25%, Греции – 10%. В Российской Федерации на удобрения используется не более 4–6% общего количества осадков, что значительно ниже по сравнению с индустриально развитыми странами.

В России использование ОСВ в качестве удобрения разрешено при удовлетворении их качества требованиям СанПиН 2.1.7.573-96. Однако, загрязненность осадков сточных вод в промышленных городах токсичными веществами и патогенными микроорганизмами затрудняют широкое распространение этого направления утилизации.

В г. Новокузнецке был произведен комплекс исследований методов обезвреживания ОСВ и их использования для рекультивации промышленных отвалов. Рекультивация отвалов путем покрытия их поверхности ОСВ позволит решить две острые экологические проблемы промышленных регионов – обезвредить нарушенные земли и отходы от очистки сточных вод.

Наряду с применением осадков в агротехнике, перспективно использование их для получения кормовых добавок и препаратов для питания сельскохозяйственных животных, птиц, рыб и зверей ценных пород.

Активный ил содержит сырой протеин (34,2-37,2% массы сухого вещества), жироподобные вещества (10-14,7%), витамин В<sub>12</sub>, аминокислоты и другие ценные компоненты. Сгущение активного ила и дальнейшая его термическая сушка позволяют получать сухой продукт, по питательной ценности близкий к кормовым дрожжам. Опыты по утилизации активного ила в качестве белково-витаминных добавок к рационам питания зверей и животных проводятся во многих странах. Однако, следует отметить, что для практической реализации методов утилизации активного ила городских сточных вод требуется проведение обширных физиологических, токсикологических и других исследований на сельскохозяйственных животных.

Также перспективным направлением утилизации осадков сточных вод является их переработка с целью получения продуктов, используемых в промышленном производстве и теплоэнергетике.

Одним из наиболее разработанных процессов промышленной переработки ОСВ, отдельно и в комплексе с переработкой твердых бытовых отходов (ТБО) является пиролиз.

**Пиролиз** – процесс переработки углесодержащих веществ путем высокотемпературного нагрева без доступа кислорода.

В результате пиролиза осадков остается полукокс, представляющий собой черную массу, легко рассыпающуюся в порошок. Содержание золы и беззольного вещества в этой массе примерно одинаковое. Полукокс, или пирокарбон, 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, асфальтены, карбоновые кислоты, фенолы, коксовую пыль, органические основания.

У этого метода также существует несколько недостатков, но они менее значимы, чем достоинства процесса, особенно в нашу эпоху высокой стоимости энергии.

Итак, в заключение следует отметить что, одной из наиболее актуальных проблем, дестабилизирующих работу многих очистных сооружений и обуславливающих загрязнение окружающей среды, является проблема осадков (ОСВ), которая требует решения двух взаимосвязанных задач: обеспечить максимальное снижение их объемов путем применения высокоэффективных технологий и оборудования для очистных сооружений разной производительности и обоснованно выбрать возможные приемы последующего экологически безопасного размещения в окружающей среде. Эти цели полностью соответствуют принципам государственной политики в области обращения со всеми видами отходов, установленными Законом РФ от 24.06.1998г «Об отходах производства и потребления».

Решение этих задач возможно лишь при наличии финансирования.

УДК 628.16.085.09

## **ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ СТОЧНЫХ ВОД**

**Лесовских А.Ю.**

**Научный руководитель: доцент Забелина Г.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Обеззараживание сточных вод перед сбросом в водоем необходимо

проводить с целью предотвращения гибели всего живого в них, а также обеспечение нормальной эпидемиологических условий при использовании воды водоемов населением.

В настоящее время применяют следующие основные методы дезинфекции сточных вод – смотреть таблицу №1.

Таблица 1 – Применяемые методы обеззараживания

Технология	Преимущества	Проблемы
Хлорирование	Относительно недорогая. Широко используется.	Образование побочных продуктов. Неприятный привкус. Неэффективна против отдельных микроорганизмов и спор, например, <i>Cryptosporidium</i> и <i>Giardia</i> .
Озонирование	Эффективная. Используется в ряде отраслей.	Дорогая, много скрытых затрат. Сложности в использовании.
Мембранная технология	Надежная.	Очень высокие капитальные издержки и потребление энергии. Требуется регулярного обслуживания. Инактивирует микробы только выше определенного порога.
Ультрафиолетовое облучение	Безопасна для окружающей среды. В настоящее время находит широкое распространение.	Эффективность в пределах 1-3 log*. Проблемы в обслуживании – отложения и загрязнения кварцевых рукавов. Сложности контроля и управления. * - логарифмическая шкала: 1 log – 90% дезактивации микроорганизмов, 3 log – 99,9%

Воздействие УФ-излучения С-диапазона (длина волн 200 – 280 нм) приводит к биохимическим изменениям, летальным для организмов. Поглощение УФ-излучения пиримидиновой основой ДНК и РНК является причиной фотохимических реакций, в результате которых формируются химические связи между соседними основаниями. Эти связи прерывают репликацию генетического материала, таким образом, прекращая размножение микроорганизмов. Облученные микроорганизмы деактивируются и становятся непатогенными. Кроме того, в результате действия УФ-излучения в сточной воде реализуется ряд радикальных реакций, в которые вовлекаются не только легко-, но и трудноокисляемые вещества, что способствует дополнительной очистке сточных вод. К тому же в отличие от хлорного хозяйства УФ-обеззараживание является не только экологически чистым, так же его аппаратурно-технологическое оформление является более простым (не требуется реагентного хозяйства, расходного склада), что в некоторых случаях приводит к экономическим выгодам по сравнению с хлорированием.

Исследования на модельной воде, зараженной вирусами выявили, что

после облучения дозой 25 мДж/см<sup>2</sup> и выше энтеровирусы в исследуемой воде не выделяются. Такая же доза облучения обеспечивала 80-процентное снижение инвазионности ооцист криптоспоридий (у одного животного из пяти было выявлено заражение) и полное отсутствие инвазионных свойств цист лямблий. Стабильное отсутствие заражения паразитарными патогенами наблюдалось после облучения дозой 45 мДж/см<sup>2</sup>. В исследованиях оценивалось влияние эффективной УФ-дозы, на имеющиеся в воде побочные продукты хлорирования, а также на возможность образования новых продуктов. В воде до и после облучения обнаруживались только некоторые хлорорганические соединения (рисунок 2).

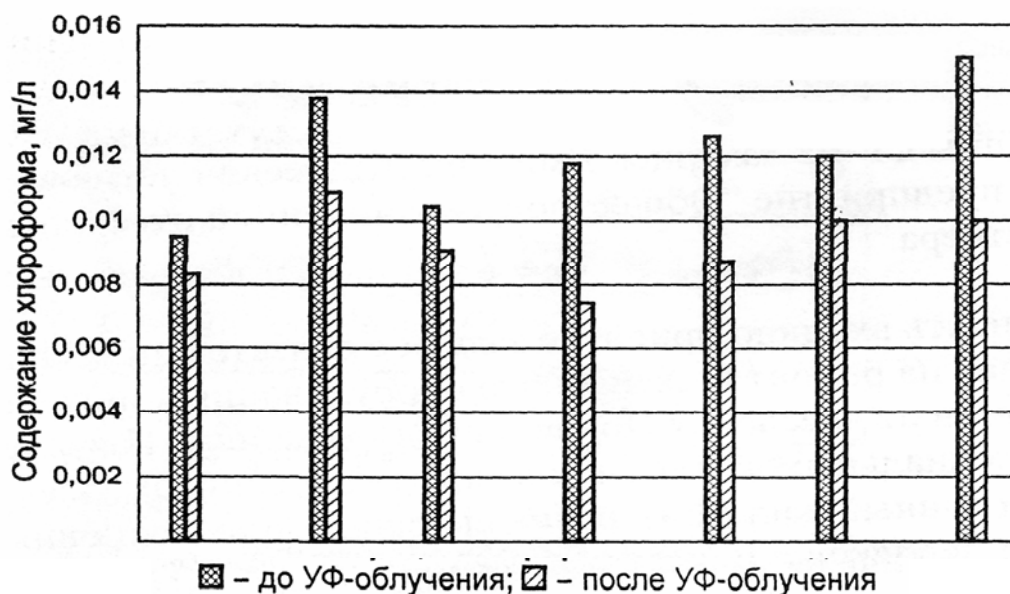


Рисунок 2 – Концентрация хлорорганических соединений

Результаты по общему микробному числу представлены на рисунке 3.



Рисунок 3 – Эффективность обеззараживания сточных вод



Значения доз облучения, необходимых для инактивации 99,9% микроорганизмов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Дозы ультрафиолетового облучения

Вид микроорганизма	Вид вызываемого заболевания	Необходимая доза ультрафиолета в мДж/см <sup>2</sup> для уровня инактивации 99,9%
<i>Escherichia coli</i>	Острые кишечные заболевания (ОКЗ)	6,0
<i>Proteus vulgaris</i>	ОКЗ	7,8
<i>Pseudom. aeruginosa</i>	ОКЗ, конъюнктивиты, отиты	10,5
<i>Salmonella enteritidis</i>	Сальмонеллезы	7,6
<i>Salmonella paratyphi</i>	ОКЗ	6,1
<i>Salmonella typhosa</i>	Брюшной тиф	7,5
<i>Shigella flexneri</i>	Дизентерия	5,2
<i>Shigella dysenteriae</i>	Дизентерия	8,8
<i>Vibrio cholerae</i>	Холера	6,5
<i>Mycobacterium tuberculosis</i>	Туберкулез	10,0
<i>Virus Poliomyelitis</i>	Полиомиелит	6,0
<i>Hepatitis virus</i>	Вирусный гепатит А	11,0

В зависимости от режима отведения сточных вод различают корпусные (напорные) и лотковые (самотечные) установки. Перспективность использования лотковых систем УФ-обеззараживания обусловлена тем, что на большинстве очистных сооружений канализации режим отведения стоков является самотечным. К 2000 г. в мировой практике уже применялись лотковые системы производительностью до 1,2 млн.м<sup>3</sup>/сут (50 тыс. м<sup>3</sup>/ч).

Лотковые установки с горизонтальным размещением ламп эксплуатируются в России с конца 1990-х годов (очистные сооружения в Москве – в южном Бутове и Зеленограде общей производительностью 220 тыс. м<sup>3</sup>/сут).

Лотковые УФ-системы состоят из ламповых блоков (модулей), устанавливаемых в лотках, системы механической очистки и системы регулирования уровня воды в лотке. Модули могут иметь различное число ламп, расположенных вертикально или горизонтально (рисунок 4). Модули устанавливаются в поперечном сечении лотка и образуют секции. В одном лотке может быть несколько последовательных секций, число которых ограничивается допустимыми потерями напора.

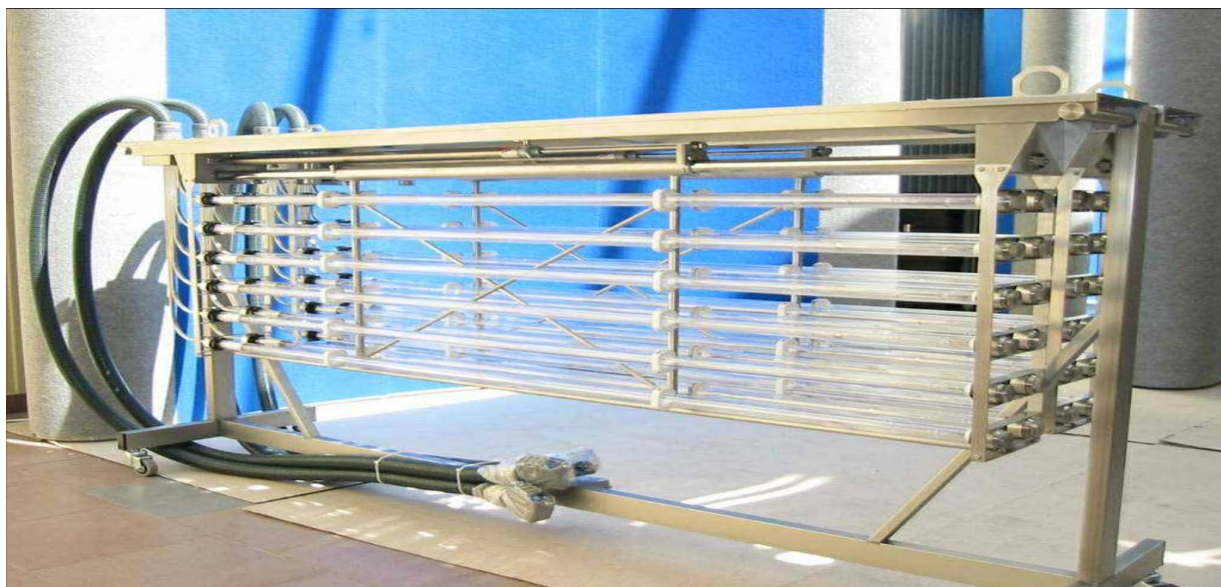


Рисунок 4 – УФ-модуль с горизонтально расположенными лампами

Для УФ-оборудования лоткового типа требуется только строительство лотка и помещение контейнерного типа для шкафа управления. Движение воды в лотках может быть как продольным (рисунок 5) так и поперечным (рисунок 6).



Рисунок 5 – Продольное движение воды в лотке

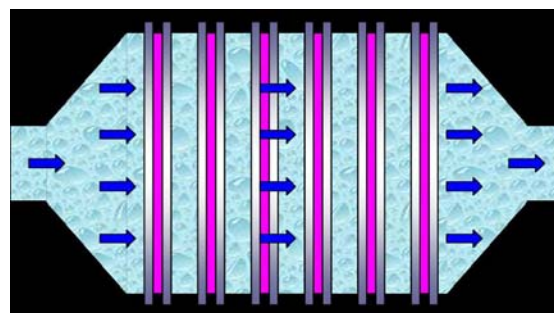


Рисунок 6 – Поперечное движение воды в лотке

### Оборудование Atlantium Rayo

Для исключения проблем, описанных в таблице 1, израильская компания «Атлантиум» разработала кардинально новую УФ систему, в которой источник УФ лучей изолирован от воды. В результате чего снижаются расходы на обслуживание системы. Кроме того, эффективность дезактивации микроорганизмов при использовании новой технологии намного выше, чем у других технологий.

Техническая реализация новой технологии

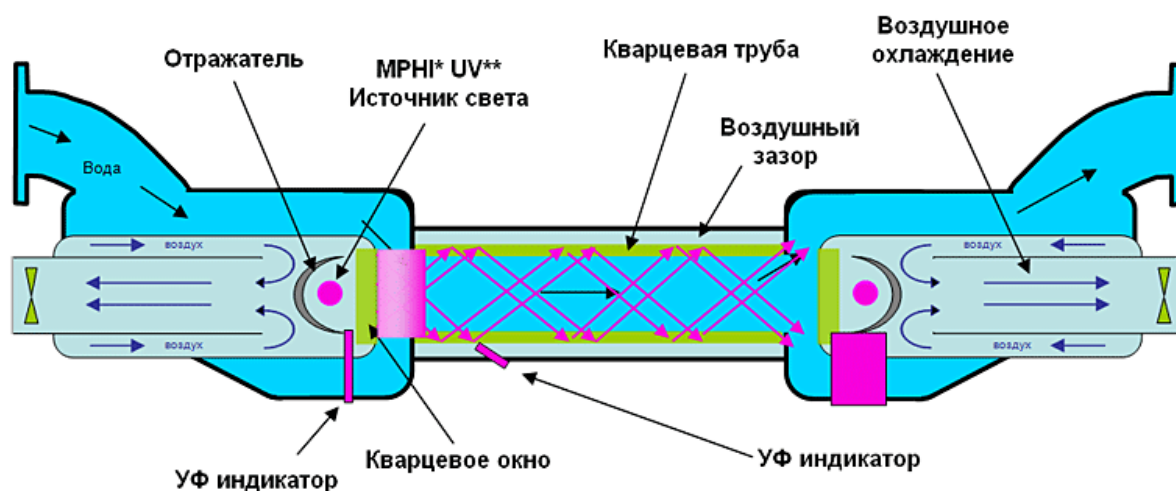


Рисунок 7 – Поперечное сечение и схема работы оборудования Atlantium Rayo

Расположение ультрафиолетовой лампы вне воды исключает механические и температурные недостатки, присущие конструкциям с погруженной в воду лампой:

- Беспрепятственный свободный поток воды, благодаря чему снижаются потери напора воды.
- Отделяет электрический механизм от водяной камеры, что намного безопаснее.
- Фактически исключает возможность образования накипи, так как в воде не образуется тепло.
- Значительно сокращает необходимость техобслуживания.
- Замена лампы - простая и лёгкая процедура.

Наличие реактора в виде кварцевой трубы дает следующие преимущества:

- Действует одновременно как водопроводная труба и эффективный светоотражатель, отражающий бактерицидные лучи в воду.
- Обеспечивает самый долгий эффективный путь луча и регулирующую гидродинамику.

Конфигурация с двойным датчиком гарантирует, что поток излучения точно отвечает всем требованиям:

- Напрямую измеряет мощность лампы для отслеживания и контроля её работы в реальном времени.
- Регулирует пропускающую способность воды для ультрафиолетовых лучей с целью обеспечения точных данных для контроля интенсивности луча.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАМКНУТОГО ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА

**Короткова У.В.**

**Научный руководитель: доцент Ворон Л.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В работе рассмотрена организация замкнутого водообеспечения и очистка нефтесодержащих стоков Барнаульского машиностроительного завода «Трансмаш».

Данный завод был построен в военное время. В его состав входили следующие системы:

- хозяйственно-питьевой водопровод (питающийся из городского водопровода);
- производственно-противопожарный (питающийся из водопровода технической воды промузла);
- четыре оборотных цикла;
- бытовая канализация (отводящаяся в городской коллектор)
- производственно-ливневая канализация;
- канализация химзагрязненных стоков; и
- канализация нефтесодержащих стоков.

Нефтесодержащие стоки перед сбросом в канализацию очищались в нефтеловушке и флотомашинах и отводились в городской коллектор.

В связи с дефицитом воды в регионе заводу резко ограничена подача воды из водоисточника, а также в целях защиты водоема от загрязнения стоками предусматривается водообеспечение завода по замкнутому циклу. Для этого осуществляется полное разделение стоков по их составу и устройство соответствующих очистных сооружений и оборотных циклов.

В связи с увеличением количества нефтесодержащих стоков и необходимостью повышения эффекта их очистки изменен состав очистных сооружений. Вместо флотомашин устроены электрокоагуляторы. А перед нефтеловушкой установлены песколовки, предотвращающие нарушение работы остальных сооружений.

Нефтесодержащие стоки с цехов завода поступают в приемные резервуары насосной станции.

Первой ступенью механической очистки являются **песколовки**, в которых при отстаивании стоков выпадают наиболее тяжелые механические примеси, а легкие нефтепродукты всплывают.

Выпавший в песколовке осадок гидроэлеватором подается в бак для пульпы, установленный в существующей насосной станции, отсюда насосом – в устройство для обезвоживания песка, которое находится в здании флотации. Здесь обезвоженный осадок влажностью 80 % накапливается в

течение трех суток, а затем вывозится автотранспортом.

Нефтепродукты, всплывшие в песколовке, направляются в приемный резервуар нефтепродуктов в насосной станции.

Следующей ступенью очистки является **нефтеловушка**.

В ней вода осветляется за счет гравитационного отстаивания: механические примеси оседают, взвешенные нефтепродукты всплывают.

Осадок сдвигается к сборному приемку нефтеловушки скребковым устройством, а отсюда насосом в илоуплотнители.

Всплывшие нефтепродукты улавливаются щелевыми нефтесборными трубами и направляются в приемный резервуар нефтепродуктов.

После нефтеловушки стоки самотеком поступают в **резервуары**, расположенные в здании флотации, где происходит сглаживание расхода. И далее насосами – на вторую ступень очистки – в **электрокоагуляторы**.

Электрокоагуляционная очистка производится в промышленном электрокоагуляторе, который представляет собой типовой вертикальный отстойник со встроенной в него электродной камерой и камерой коагуляции-флотации.

Стоки поступают в электрокоагулятор снизу вверх, проходят через электродные блоки, где подвергаются воздействию электрического тока. Здесь вода насыщается гидроокисью железа и пузырьками газа ( $H^+$ ). В результате происходит коагуляция загрязнений и флотация нефтепродуктов на поверхность жидкости.

Осадок из электрокоагулятора перекачивается в **илоуплотнители**, которые размещены в здании флотации. Заполнение илоуплотнителей осуществляется поочередно. Уплотнение осадка происходит в течение 10 часов в статических условиях. Уплотненный осадок перекачивается на **центрифуги**, где обезвоживается до 70 % влажности и накапливается в бункерах, откуда периодически вывозится автотранспортом.

Фугат из центрифуг отводится в приемный резервуар нефтесодержащих стоков в насосной станции вместе с отстоенной водой из илоуплотнителей и фильтратом из устройства для обезвоживания песка.

Осветленная вода из электрокоагулятора поступает в **насосную станцию перекачки нефтесодержащих стоков**, которая направляет воду на станцию доочистки с целью доведения ее качества до требований производственного водообеспечения.

Разработана канализационная насосная станция «Иртыш-ЭКО» с погружными насосами марки ПФ 125/400-45/4, которые обеспечивают подачу очищенных стоков на напорные фильтры.

➤ Такой состав сооружений обеспечивает очистку стоков, достаточную для использования их в оборотном водоснабжении.

➤ Таким образом, в результате реконструкции очистных сооружений достигнуты следующие результаты:

- увеличены эффекты очистки;
- не использованы дополнительные площади для застройки за счет

реконструкции существующих сооружений;

– устройство замкнутого водообеспечения позволило сократить потребление свежей воды и предотвратить сброс стоков в водоем.

Кроме того, в ДП были разработаны такие части как экономика систем водообеспечения, в результате расчетов себестоимость 1 м<sup>3</sup> обработанной воды составила 2,6 руб.; безопасность и экологичность проекта и управление качеством процесса механической очистки.

УДК 6226

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ. ОЧИСТКА ПОВЕРХНОСТНОГО СТОКА ЗАВОДА ТРАНСПОРТНОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ В Г. БАРНАУЛЕ**

**Кусургашева С.Ю.**

**Научный руководитель: доцент Ворон Л.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В связи с резким уменьшением количества подаваемой воды на территорию завода, из-за изменения гидрологических условий водоисточника, а также ужесточения условий отведения стока в городские сети и для организации рационального использования всех имеющихся водных ресурсов водообеспечение завода переводится на замкнутую схему водоснабжения.

Для решения этого вопроса предусматривается реконструкция, в ходе которой предполагается полное разделенное канализование по схеме с выделением потоков.

Проектом предусматривается очистка стока с целью доведения его качества до требований производственной воды.

При выпадении атмосферных осадков значительная часть их либо испаряется, либо поглощается или остается на поверхности, на которую они выпали. Сток с водосбора после выпадения дождя возрастает до некоторого максимума и затем убывает. На первой стадии ливня часть выпавших на водосбор осадков не будет участвовать в стоке вследствие аккумуляции на поверхности потерь на инфильтрацию. В процессе дальнейшего выпадения дождя потери будут уменьшаться, и все большее количество осадков начнет участвовать в стоке. Через некоторое время сток с самых удаленных частей водосбора достигнет замыкающего створа (время концентрации стока) и расходы перестанут расти.

Сток талой воды завершает процесс, начинающийся после выпадения снега на земную поверхность. Снежный покров является накопителем влаги и загрязнений. Запас воды в нем определяется толщиной слоя воды (мм), который образовался бы на горизонтальной поверхности в результате таяния

снежного покрова при отсутствии стока, просачивания и испарения. Наибольшие значения запаса воды наблюдаются в конце холодного сезона.

Территория завода, обслуживаемая дождевой канализацией, составляет 105 га.

Сети дождевой канализации проложены из железобетонных, асбестоцементных и чугунных напорных труб на искусственном основании. На сетях устанавливаются колодцы и дождеприемники.

Дождевой и талый сток до очистки в своем составе имеет 1200 мг/л взвешенных веществ и 70 мг/л нефтепродуктов.

При самостоятельном отведении стока по сети дождевой канализации и отсутствии в нем специфических примесей (сток с территории промышленных предприятий первой группы) допускается ограничиться очисткой основного количества годового объема стока. На очистку подается весь сток от малоинтенсивных дождей и первые наиболее загрязненные порции интенсивных слоев 10 мм. Последующие чистые порции дождя, 30% годового количества стока, отводятся в городской коллектор без очистки. Очистные сооружения проектируются в следующем составе:

- разделительная камера;
- насосная станция, подающая стоки на отстойник-накопитель;
- отстойник – накопитель;
- насосная станция, подающая стоки с постоянным расходом на электрокоагулятор;
- электрокоагулятор.

В технологической схеме очистки поверхностного стока предусмотрено разделение стока перед очисткой с целью уменьшения размеров очистных сооружений и подачи на очистку наиболее загрязненной части стока. При этом чистые порции дождя отводятся в городской коллектор без очистки.

Загрязненные порции дождевого стока после разделительной камеры по коллектору в самотечном режиме поступают в приемный резервуар насосной станции. В здании станции предусмотрена установка механических решеток-дробилок для задержания мусора. В насосной станции предусмотрена установка 5 насосов, которые включаются в работу последовательно и при максимальном притоке все установленные насосы находятся в работе. Насосная станция заглублена. Заглубленная часть станции имеет круглую форму, надземная – прямоугольную. В здании станции предусмотрена установка подъемно-транспортного оборудования в составе трех кранов (над решетками, в надземной части, в заглубленной части).

Поверхностный сток насосами перекачиваются в отстойник-накопитель, где происходит аккумуляция, усреднение состава стока и процесс отстаивания в статических условиях в течение суток. Для достижения большего эффекта отстаивания в отстойник подается 0,1 % раствор полиакриламида дозой 3 мг/л. Раствор смешивается с обрабатываемой водой в трубопроводе непосредственно перед отстойником-накопителем. Процесс

приготовления и дозирования ПАА полностью автоматизирован из-за эпизодичности поступления стока. Оборудование для хранения, приготовления и дозирования ПАА размещается в наземной части НС №1.

Емкость отстойника определяется из условия приема суточного расхода дождевых вод. Аккумулирующая емкость представляет собой прямоугольный в плане резервуар, разделенный на четыре секции, заполнение которых происходит поочередно. Во впускных устройствах секций предусмотрена установка щитовых затворов для отключения секций на отстаивание, удаление осадка или ремонт. Конструкция плавающих выпускных устройств емкости исключает попадание всплывающих нефтепродуктов в трубопроводы для отвода осветленной воды. В секциях отстойника происходит уплотнение осадка. Для лучшего его обезвоживания перед чистой секции опорожняются, удаляются нефтепродукты, откачивается слой стоков в соседнюю секцию, осадок подсушивается, затем выгружается в автотранспорт и вывозится в спец. отведенные места, а дополнительное отведение выделенной влаги из осадка осуществляется через дренажные лотки. Влажность осадка равна  $P_{\text{mud}}=80\%$ . Чистка отстойника от выделенного осадка производится 1 раз в год после теплого периода года трактором с погрузкой в автотранспорт, для чего в каждой секции отстойника предусмотрен съезд. Секции емкости оборудуются поплавковыми устройствами для периодического удаления всплывших нефтепродуктов. По мере их накопления нефтепродукты сгоняются воздухораспределительными соплами к поплавковым устройствам, служащие для сбора и отведения нефтепродуктов по трубопроводу в комплекс станции флотации.

Пройдя первый этап очистки, осветленная вода после отстойника-накопителя с постоянным составом и усредненным расходом самотеком транспортируется в здание насосной станции № 2, откуда погружными насосами подается на вторую ступень очистки.

В качестве второй ступени очистки предусматривается электрокоагуляционная обработка стоков с отстаиванием в электрокоагуляторах. Применение электрохимического метода для очистки промышленных сточных вод основано на их электролизе, т.е. на пропускании через них переменного электрического тока с помощью погруженных электродов при наложении на них напряжения равного  $U = 18$  В и величине тока  $J = 60$  А. Вследствие растворения стальных электродов вода обогащается ионами железа. В результате осуществляется процесс коагуляции, флотации эмульгированных частиц, а так же сорбция ионов и молекул растворенных примесей. Конструктивно электрокоагуляционная установка представляет собой типовой вертикальный отстойник диаметром 9 м со встроенной электродной камерой и камерой коагуляции-флотации. Очищаемая вода в камеру коагуляции поступает через отверстие, расположенное под пакетом электродов. В электродной камере имеются растворимые стальные электроды, которые при растворении переходят в



ионы  $Fe^{+3}$ , а затем вынос их на поверхность жидкости пузырьками образовавшегося при электролизе газа. Здесь же происходит гидролиз воды. Из электродной камеры вода поступает в камеру коагуляции, где происходит дополнительное отстаивание. Из камеры коагуляции осветленная вода перетекает в камеру коагуляции-флотации, где, поднимаясь к водосборным лоткам, освобождается от скоагулированных и укрупненных хлопьев осадка и отводится в резервуар осветленной воды, расположенный в здании флотации. Всплывающие нефтепродукты периодически отводятся из камеры коагуляции-флотации через кольцевой лоток, расположенный в верхней части камеры, и по трубопроводу транспортируется в комплекс здания флотации. Накопившейся осадок периодически удаляется насосами, установленными в здании флотации, и подается на дальнейшее уплотнение и обезвоживание на центрифуги.

Осветленная вода из электрокоагулятора в самотечном режиме поступает в здание насосной станции № 3, откуда насосами совместно с осветленными нефтесодержащими стоками завода подается на доочистку.

Эффект очистки сточных вод после суточного отстаивания в статических условиях в отстойнике-накопителе по взвешенным веществам составляет  $\mathcal{E}_{оч}^{взв} = 95\%$ , по нефтепродуктам -  $\mathcal{E}_{оч}^н = 95\%$ , после электрокоагуляционной обработки - 70 % и 80 % соответственно.

После очистки стока по предложенной схеме остаточное содержание взвешенных веществ 18 мг/л, нефтепродуктов 0,7 мг/л.

В проекте рассмотрены вопросы экологичности и безопасности, управления качеством, а также произведен расчет себестоимости  $1\text{ м}^3$  очищенного поверхностного стока, составляющего 38 руб.

УДК 622.6

## **ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАМКНУТОГО ВОДООБЕСПЕЧЕНИЯ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ЗАВОДА. ДООЧИСТКА НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОКОВ**

**Варфоломеева Н.С.**

**Научный руководитель: доцент Ворон Л.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Действующий машиностроительный завод «Трансмаш» был построен еще в военное время и первоначально работал по прямоточной схеме со сбросом образующихся сточных вод в водоем и восполнением потерь из источника. Но в виду резкого увеличения водопотребления городом и другими потребителями в настоящее время и ужесточением требований к сбросу сточных вод в водоем, ограничена подача воды на производственные нужды. Для решения проблем водообеспечения завода принято решение об

организации его по оборотным схемам и создание замкнутого водообеспечения в целом по предприятию. Для этого предусмотрено полное разделение ливневой и производственной канализации, канализации химически загрязненных стоков по составу их загрязнений. Стоки, загрязненные механическими примесями, отводятся самостоятельной сетью на очистные сооружения нефтесодержащих стоков.

В работе рассмотрена схема доочистки нефтесодержащих стоков после физико-химической очистки с целью доведения их качества до требований производственной воды.

Станция доочистки рассчитывается на 2 режима работы:

- в постоянном режиме поступают предварительно очищенные после станции флотации нефтесодержащие стоки в количестве 310 м<sup>3</sup>/час;
- периодически подаются поверхностные стоки в количестве 208 м<sup>3</sup>/час.

Расчетная концентрация загрязнений в поступающих стоках по нефтепродуктам составляет 25 мг/л, по взвешенным веществам 50 мг/л. Действительная концентрация загрязнений по нефтепродуктам 10,3 мг/л, по взвешенным веществам 19,71 мг/л.

Доочистка сточных вод осуществляется на зернистых напорных фильтрах диаметром 3 м. В качестве загрузки механических фильтров используется керамзит с крупностью зерен до 2 мм. Высота слоя загрузки 1 м. Фильтрование воды осуществляется сверху вниз. Вода для фильтрования подается через центральную распределительную воронку, расположенную в верхней части фильтра, обеспечивающую равномерное распределение воды по поверхности фильтрующего материала. На фильтрах из сточных вод удаляются взвешенные вещества и нефтепродукты. После механических фильтров, вода с содержанием загрязнений по нефтепродуктам 7 мг/л (2,88 мг/л – действительное содержание) и взвешенным веществам 10 мг/л (3,94 мг/л – действительное содержание), поступает в существующие резервуары производственного водоснабжения, где смешивается со свежей водой из источника. В результате этого разбавления содержание нефтепродуктов в производственной воде снижается до 3 мг/л. Далее вода из резервуаров подается в систему производственного водоснабжения для подпитки оборотных циклов и на производственные нужды в цехах.

При поступлении на станцию доочистки только нефтесодержащих стоков в работе участвуют 4 напорных фильтра. При совместном поступлении нефтесодержащих и поверхностных стоков в работе участвуют все 7 фильтров. В таблицах 1, 2 приведены параметры работы станции.

Таблица 1 – Параметры режима работы станции доочистки при поступлении нефтесодержащих стоков

Количество поступающих стоков	310	м <sup>3</sup> /час
Среднечасовой расход воды на собственные нужды	10,7	м <sup>3</sup> /час
Количество рабочих фильтров	4	шт
Скорость фильтрования при нормальном режиме работы	11,3	м/час
Расход воды на одну промывку фильтра	63,9	м <sup>3</sup>
Продолжительность промывки	15	мин
Интенсивность промывки	10	л/с м <sup>2</sup>
Количество промывок каждого фильтра в сутки	1	раз

Таблица 2 – Параметры режима работы станции доочистки на полную производительность

Количество поступающих стоков	518	м <sup>3</sup> /час
Среднечасовой расход воды на собственные нужды	18,64	м <sup>3</sup> /час
Количество рабочих фильтров	7	шт
Количество резервных фильтров	1	шт
Количество фильтров для гидроперегрузки	1	шт
Скорость фильтрования при нормальном режиме работы	10,8	м/час
Скорость фильтрования при форсированном режиме работы	12,6	м/час
Расход воды на одну промывку фильтра	63,9	м <sup>3</sup>
Продолжительность промывки	15	мин
Интенсивность промывки	10	л/с м <sup>2</sup>
Количество промывок каждого фильтра в сутки	1	раз

Напорные фильтры выводятся на промывку по разности давления среды до и после фильтров (максимальные потери напора в фильтре 10 м), но не реже 1 раза в сутки. Взрыхляющую промывку производят профильтрованной водой из резервуара промывной воды насосами. Интенсивность промывки 10 л/с·м<sup>2</sup> в течение 15 минут. Для повышения эффекта промывки предусмотрен подогрев воды в промывном резервуаре до температуры 65°С, для чего в нее вводится пар в количестве Q=2,5 т/час с давлением 2 кгс/см<sup>2</sup>. Промывка фильтров осуществляется обратным током воды, то есть снизу вверх. При этом фильтрующий материал расширяется, занимая больший объем; возникает движение зерен материала в восходящем потоке воды, что способствует лучшему вымыванию загрязнений.

Вода после промывок фильтров под остаточным напором поступает в приемный резервуар промывной воды, емкость которого рассчитана на приток стоков от двух промывок, а затем из резервуара промывная вода насосом подается на существующие очистные сооружения нефтесодержащих стоков с расходом  $2 \cdot 18,64 = 37,28$  м<sup>3</sup>/час для совместной ее очистки со сточными водами предприятия.

Для восстановления очистной способности загрузки фильтров один раз в месяц предусмотрена ее регенерация 5%-ым раствором каустической соды, который готовится в станции доочистки химически загрязненных стоков. Регенерация загрузки фильтров осуществляется в следующем порядке. Каждый фильтр заполняется раствором реагента на 0,2 м выше слоя фильтрующей загрузки и выдерживается в течение 8 часов. После чего раствор реагента сливается, и фильтр промывается водой в обычном режиме. Отработанный реагентный раствор отводится в станцию доочистки химзагрязненных стоков для нейтрализации кислых растворов.

Очищенные нефтесодержащие стоки подаются в систему производственного водоснабжения и используются для восполнения всех потерь воды в оборотных циклах. Потери оборотной воды возникают в процессе ее охлаждения. Суммарное потребление воды оборотными циклами для восполнения потерь составляет 364,13 м<sup>3</sup>/час. При поступлении на станцию доочистки только нефтесодержащих стоков выявляется нехватка воды в количестве 91,41 м<sup>3</sup>/час (с учетом воды на собственные нужды станции доочистки – 37,28 м<sup>3</sup>/час), которая восполняется из существующей системы производственного водопровода свежей воды. Источником водоснабжения системы производственного водопровода свежей воды являются существующие сети промузла.

В случае, когда на станцию доочистки поступают одновременно и нефтесодержащие и поверхностные стоки (суммарный приток стоков составляет 518 м<sup>3</sup>/час), часть воды идет на подпитку оборотных циклов, а оставшаяся часть в количестве 116,59 м<sup>3</sup>/час, направляется в цеха на производственные нужды.

УДК 622.6

## **ОЧИСТКА ШАХТНЫХ ВОД**

**Семененко А.А.**

**Научный руководитель: доцент Ворон Л.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Шахтный и карьерный водный слив, зависящий от многих факторов и, как правило, составляет до нескольких десятков тысяч кубометров в сутки.

Очень часто шахтные воды кроме механических загрязнений в своем составе содержат соли других металлов - меди, цинка, марганца, никеля, ртути, свинца, урана и др. Попадая в поверхностные или подземные воды, загрязняющие вещества включаются в природный круговорот. При благоприятных условиях они накапливаются в почвах, донных отложениях, затем переходят в растительность, организмы животных, а через них и в воду - в человека.

Из-за наличия хлористых и сернистых соединений, а также кальция, магния, натрия и калия, шахтные воды без предварительной очистки и нейтрализации не могут быть использованы, даже в технических целях. Проблема очистки шахтных вод и предотвращение вредного воздействия их на природную среду очень остро стоит во всех угольных регионах и ей занимаются все специализированные научно-исследовательские и проектные организации.

ВНИИОСуголем под руководством М.П. Ким разработана технологическая схема очистки кислых шахтных вод (рис. 1), включающая двухрежимную нейтрализацию, осаждение образовавшейся взвеси, ее уплотнение и обезвоживание. Проект очистных сооружений по данной технологической схеме разработан Уралгипрошахтом для условий шахты им. В.И. Ленина комбината «Кизелуголь». Очистка воды по данным схемам осуществляется до норм, удовлетворяющих требованиям, предъявляемым водоемами, сбрасываемым в воды.

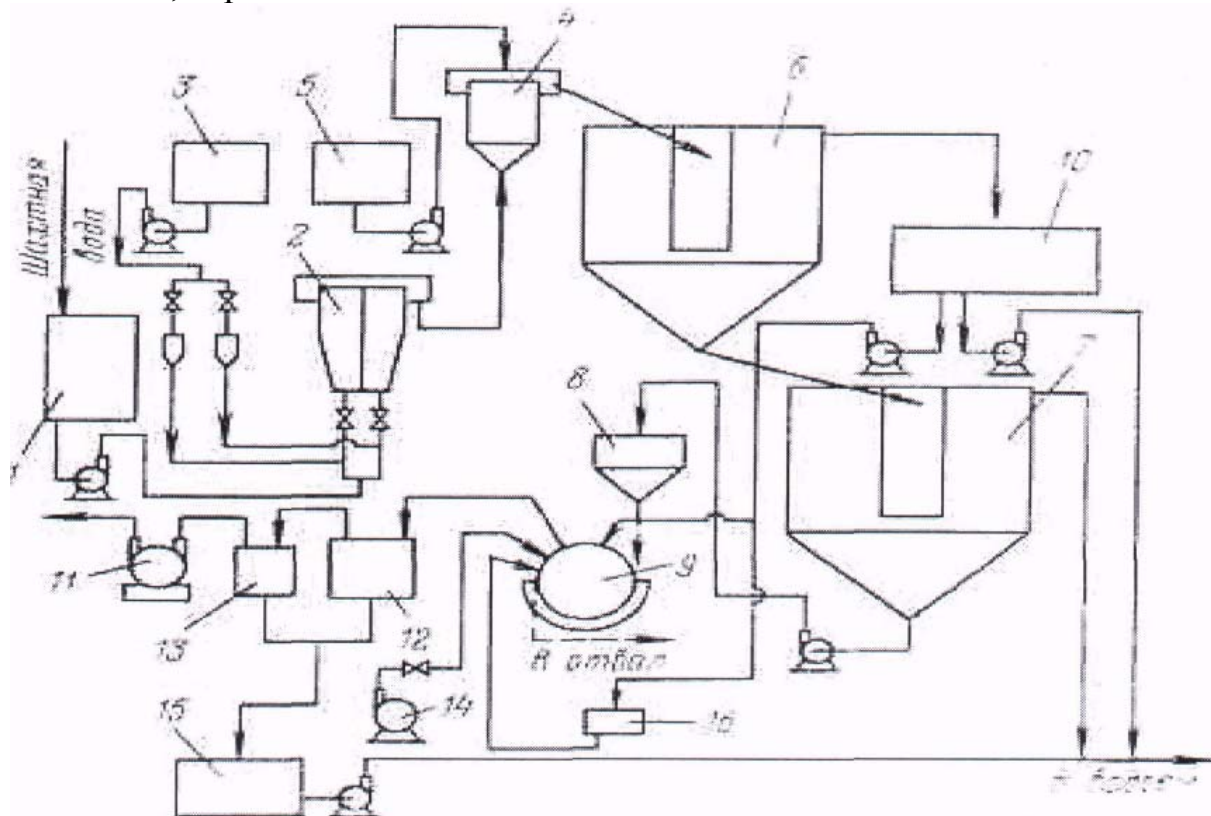


Рисунок 1 – Схема очистки кислых шахтных вод:

- (1)-усреднитель; (2)-смеситель; (3)-бак с раствором известкового молока;
- (4)-камера хлопьеобразования; (5)-бак с раствором полиакриламида;
- (6)-отстойник; (7)-уплотнитель; (8)-регулятор-распределитель осадка;
- (9)-дисковый вакуум-фильтр; (10)-резерву ар технической воды;
- (11)-вакуум-насос; (12) -влагоотделитель; (13) -ресивер;
- (14)-воздуходувка; (15) –сборны й резервуар фильтрата;
- (16)-резервуар 10%-ой ингибированной HCl

Поступающая на очистку шахтная вода из усреднителя насосами

второго подъема подается в коллектор, где разделяется на два потока, каждый из которых обрабатывается раствором известкового молока из дозировочного бачка. Один из потоков нейтрализуется до рН 4 с образованием положительно заряженной гидроокиси железа, другой — до рН 11,5 с образованием отрицательно заряженной гидроокиси. Оба потока поступают в смеситель и далее — в камеру хлопьеобразования, куда дозируется раствор полиакриламида. Нейтрализованная вода подается в отстойник, где происходит ее осветление и образование осадка. Осадок отводится в уплотнитель. Уплотненный осадок насосами перекачивается в распределительную емкость и далее поступает на дисковый вакуум-фильтр для обезвоживания. Осветленная вода из отстойника отводится в резервуар, откуда направляется на собственные нужды или отводится в водоем вместе с фильтратом вакуум-фильтра и отстоенной водой из уплотнителя.

В последние годы ФГУП МНИИЭКОТЭК выполнены серьезные работы по внедрению метода озонирования для очистки технической воды промышленных предприятий, т.к. этот метод имеет высокий эффект очистки.

Работа установки происходит следующим образом. Специальное устройство (генератор озона) вырабатывает озон из кислорода окружающего воздуха. Озоно-воздушная смесь подмешивается в поток воды, где взаимодействует с примесями (железо, марганец, медь, цинк и т.п.), переводя их в нерастворимые формы. Процесс окисления проходит с большой скоростью, при этом в воде происходит полное уничтожение бактерий и микроорганизмов. В качестве устройства, обеспечивающего подачу озоно-воздушной смеси в откачиваемую воду, используется водогазовый эжектор, который обеспечивает высокую степень растворения подаваемого озона и его интенсивное взаимодействие с веществами-загрязнителями. В качестве основной контролируемой независимой переменной выбрана концентрация озона, растворенного в шахтной воде. Функциями отклика являлись концентрации вредных примесей. Анализ зависимостей изменения концентрации вредных примесей от относительной концентрации растворенного в шахтной воде озона позволяет сделать вывод: количество удаляемых из воды вредных примесей существенно зависит от концентрации растворенного в очищаемой воде озона. Так, например, при расчетной концентрации озона в очищаемой воде, равной 12 мг/л, выделения вредных примесей из шахтных вод составляет: кальция-28,5%; гидрокарбонатов-65%; железа общего-97%.

Экспериментальные исследования технологии очистки шахтных вод с использованием озона, показали свою работоспособность и эффективность. Так при концентрации озона в воде 11,2 мг/л степень подавления солей железа в воде составляет 97,1%.

Предварительное озонирование может рассматриваться в качестве предвключенной ступени в системе очистки высокоминерализованных шахтных вод.

Технологическая схема очистки шахтных вод, основанная на способе напорной флотации, представлена на (рис.2), степень очистки по взвешенным веществам -82 - 96%, по нефтепродуктам -58 - 98%.

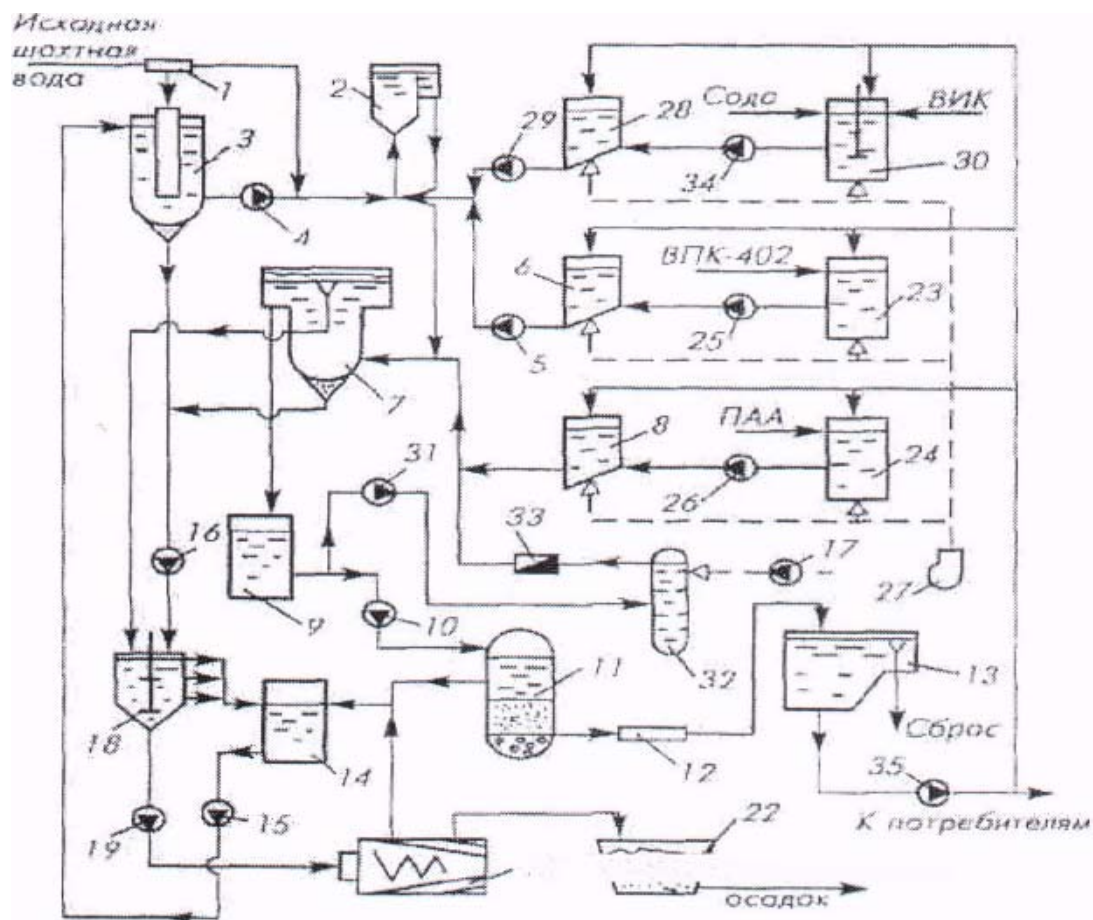


Рисунок 2 – Технологическая схема флотационной очистки шахтных вод:  
 1 - регулятор расхода; 2- смеситель; 3- усреднитель; 4, 5, 10, 15, 16, 19, 25, 26, 29, 31, 34, 35 – насосы; 6, 8, 28 – расходные баки; 7 – флотатор;  
 9 – резервуар осветленной воды; 11 – фильтр; 12 – бактерицидная установка;  
 13 – резервуар очищенной воды; 14 – резервуар промывной вод;  
 17 – компрессор; 18 – бак пенного продукта; 21 – центрифуга; 22 – бункер осадка; 23, 24 – растворные баки; 27 – воздуходувка; 30 – нейтрализатор флотореагента; 32 – напорный бак; 33 – дроссельный клапан

Шахтная вода под остаточным напором насосов шахтного водоотлива подается в регулятор расхода (1), из которого с постоянным расходом поступает в смеситель (2). Избыток воды направляется в усреднитель. При выключении насосов главного водоотлива автоматически включается в работу насос (4), обеспечивающий подачу шахтной воды в смеситель с тем же расходом, что и из усреднителя. Рабочий раствор катионного флокулянта (ВПК-402) подается в трубопровод шахтной воды на входе в смеситель насосом-дозатором (5) из расходного бака (6). Одновременно с раствором флокулянта в смеситель из расходного бака (28) насосом-дозатором (29) подается раствор флотореагента (ВИК-3), предварительно нейтрализованный

содой в нейтрализаторе (30). Вода из смесителя равномерно распределяется по напорным флотаторам (Т). На вход каждого флотатора подается рабочий раствор неионного флокулянта (ПАА) из расходного бака (8), который имеет распределительное устройство. Осветленная во флотаторах вода поступает в приемный резервуар (9), откуда насосом (10) подается на восьмикоммерные напорные фильтры (11), после которых проходит бактерицидную установку (12) и сливается в резервуар очищенной воды (13).

Промывка каждой камеры фильтра производится автоматически одновременно с работой остальных камер в режиме фильтрования и с использованием части фильтрата на промывку. Промывная вода сбрасывается в резервуар (14) и из него насосом (15) подается в усреднитель.

Пенный продукт из флотаторов самотеком поступает в бак пенного продукта (18), в котором при умеренном перемешивании происходит удаление газовой фазы и его уплотнение. Вода, выделяющаяся при уплотнении пенного продукта, сливается в резервуар промывной воды (14). Уплотненный пенный продукт насосом (19) подается в центрифугу (21) на обезвоживание. Обезвоженный осадок направляется в бункер (22), из него вывозится автотранспортом на утилизацию или складирование. Фугат сбрасывается в резервуар промывной воды (14).

Часть осветленной воды из резервуара (9) насосом (31) подается в напорный бак (32), в котором она насыщается под давлением воздухом, нагнетаемым в напорный бак через ресивер компрессором (17). Из напорного бака насыщенная воздухом вода через дроссельный клапан (33) поступает на вход флотаторов для смешения с поступающей на очистку шахтной водой. Концентрированные растворы флокулянтов приготавливаются в растворных баках (23) и (24), затем насосами (25) и (26) перекачиваются в расходные баки (6) и (8), где разводятся до рабочей концентрации очищенной шахтной водой при перемешивании сжатым воздухом от воздуходувки (27).

Применение нетрадиционных методов очистки позволяет широко использовать шахтную воду в производственном водоснабжении и предотвратить количественное и качественное истощение водных объектов.

#### Библиографический список

1. Монгайт И.Л., Текиниди К.Д., Николадзе Г.И. Очистка шахтных вод. М., Недра, 1978, С.50-59.
2. Харионовский А.А. Технико-экономическая оценка технологии флотационной очистки шахтных вод // Уголь 2000 №5 С.64-69.
3. Харионовский А.А. Флотация - новый перспективный метод очистки шахтных вод // Уголь 1989 №12 С.44-46.
4. Калаев В.А., Каменцев А.В., Козлов В.М. Использование озонных технологий для очистки шахтных вод // Уголь 2006 №12 С.66-67.
5. Горшков В.А. Очистка и использование сточных вод предприятий угольной промышленности. М., Недра, 1981, С. 269.



## ОХЛАЖДЕНИЕ ДОМЕННОЙ ПЕЧИ

Кицул М.Г.

Научный руководитель: доцент Ворон Л.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Общий расход воды используемый доменным цехом составляет 16 - 20% в общезаводском балансе. Для обеспечения бесперебойной подачи воды к цеху необходима непрерывная работа всего комплекса водоснабжения. Для чего предусматривается электроснабжение доменной насосной станции не менее чем от двух независимых источников. Подача воды осуществляется так же от двух независимых источников, кроме этого устанавливают водонапорную башню или на естественной возвышенности размещают напорные резервуары, емкость которых принимают равной трех-, четырехчасовому аварийному расходу воды. В случае, если авария возникла на самой насосной станции, питание водой доменного цеха осуществляется от резервной насосной станции. Для обеспечения бесперебойной подачи воды к доменным печам при аварии на водоподводящей сети их прокладывают в две нитки. В случае разрыва одного из магистральных трубопроводов второй, при этом обеспечивает подачу 100% расчетного расхода воды. Кроме того, для предотвращения аварийных ситуаций и обеспечения надежного и удобного обслуживания сети трубопроводы водоснабжения прокладывают в проходных туннелях или каналах.

Для обеспечения бесперебойного водоснабжения, рационального использования водных ресурсов и сохранения жизнеспособности водоисточников, водообеспечение доменного производства осуществляется по оборотным схемам.

Сущность оборотной схемы заключается в том, что всю подаваемую или отработанную воду в производстве подвергают подготовке (очистке, охлаждению и стабилизационной обработке) и снова подают на те же цели восполняя только потери при обороте.

Охлаждение элементов доменной печи необходимо для предохранения их от прогара и перегрева и с целью поддержания необходимой для нормальных условий технологического процесса температуры. Охлаждение осуществляется различными системами:

*Охлаждение холодной водой.* Сущность этого охлаждения заключается в том, что вода, проходя через полость охлаждаемой детали и отбирая от ее стенок тепло, нагревается до 35-50° С. Такие схемы водяного охлаждения просты в эксплуатации: вода поступает в деталь и без значительного нагрева удаляется из нее. Однако нагрев всего на 10 град требует очень большого расхода воды. Это приводит к необходимости прокладывать трубопроводы больших диаметров, сооружать мощные водозаборные устройства,

устанавливать оборудование для очистки, перекачки и охлаждения воды, в результате система усложняется, требует больших капитальных и эксплуатационных затрат. Техническая вода, применяемая для охлаждения, часто бывает неудовлетворительного качества. Это вызывает частый прогар деталей, так как в них откладываются накипь и шлам. Низкая температура охлаждающей воды (35-50°C) практически исключает возможность использовать тепло, уносимое охлаждающей водой.

*Охлаждение горячей химически очищенной водой* с начальной температурой ~70°C, которая после нагрева в охлаждаемых элементах печи до 95° С, позволяет использовать ее для теплоснабжения и водоснабжения. Циркуляционный контур охлаждающей воды выполняется замкнутым. Потери воды восполняют химически очищенной водой. Применение этой системы позволяет полностью или частично использовать тепло охлаждающей воды; сокращает расход электроэнергии т.к. уменьшается расход перекачиваемой воды; исключает прогар охлаждаемых деталей в связи с отсутствием накипи. Недостатки системы: зависимость системы охлаждения от потребителей тепла; неравномерность тепловой нагрузки отдельных охлаждаемых элементов затрудняет полное использование тепла.

Наиболее эффективной системой охлаждения и в настоящее время применяемой для охлаждения большинства доменных печей является *испарительное охлаждение*. Сущность этой системы охлаждения заключается в том, что охлаждающей средой является кипящая вода, коэффициент теплопередачи которой значительно выше, чем у холодной воды. При отводе тепла от охлаждаемых элементов вода нагревается до образования паро-водяной эмульсии, при этом используется теплота парообразования, т.е. испарение воды происходит за счет отбираемого охлаждающей водой тепла, а охлаждение осуществляется за счет отвода пара. Циркуляционный контур выполняется также замкнутым. Охлаждаемые детали присоединены двумя трубами к барабану-сепаратору. По опускной трубе вода из барабана-сепаратора подводится к детали; по подъемной трубе пароводяная смесь отводится в барабан-сепаратор, где пар отделяется от воды и отводится по паропроводу к потребителям пара.

Вода в системе циркулирует непрерывно. Отводимая в виде пара вода, восполняется подачей питательной, химически очищенной воды, подаваемой в барабан-сепаратор. К достоинствам системы испарительного охлаждения относятся:

а) увеличение срока службы охлаждаемых деталей; б) исключаются водоводы больших диаметров и мощные насосные станции; в) независимость системы охлаждения от потребителей тепла (возможность удаления излишков пара или всего пара в случае необходимости в атмосферу); г) уменьшаются капиталовложения и упрощается эксплуатация.

Система охлаждения доменной печи состоит из холодильников, напорной сети водопроводных труб, снабжающих холодильник водой и самотечной сети труб, отводящих отработанную воду из холодильников в

оборотный цикл доменного цеха. Холодильники доменной печи разделены на две зоны: нижнюю и верхнюю.

*Охлаждение нижней зоны* осуществляется от кольцевого трубопровода низкого давления от которого отходят стояки с распределительными коллекторами, питающими холодильники фурменной зоны, горна, лещади и заплечников.

*Охлаждение верхней зоны* осуществляется так же, от кольцевого распределительного трубопровода от которого поднимаются вертикальные стояки, к которым присоединены ответвления, питающие водой холодильники.

Водоснабжение холодильников верхней зоны осуществляется водой со средним давлением. Для необходимой периодической промывки холодильников осуществляется подача воды высокого давления.

Вся вода, прошедшая через охлаждающие устройства поступает в приемные резервуары, расположенные на рабочей площадке откуда по стоякам отводится в сливное кольцо, уложенное по периметру доменной печи. Отвод воздуха от сборного кольцевого трубопровода осуществляется по воздушным трубам, концентрично установленным внутри сливных стояков. От сливного кольца воду отводят по сливным водоводам и направляют на охлаждение. В качестве охладителя для химически очищенной воды используются котлы утилизаторы и следующей ступенью «сухие» градирни.

Таким образом, на металлургических предприятиях вода является таким же важным и необходимым компонентом, как руда и коксующиеся угли. От слаженной и бесперебойной работы системы водоснабжения зависит стабильность и надежность работы доменных печей.

#### Библиографический список

1. Андоньев С.М., Филиппев О.В., Кудинов Г.А. Охлаждение доменных печей. М.: Металлургия, 1972., 363с.
2. Сериков Н.Ф., Красавцев Г.Н., и др. Водное хозяйство заводов черной металлургии. М.: Металлургия, 1973, 408с.
3. Система охлаждения и футеровки для доменных печей / Ф. Каптейн, Р. Ван Лаар, Э. ван Стейн Калленфельс // Сталь.-2005. -№10.
4. Высокоэффективные системы охлаждения для доменных печей / Э. ван Стейн Калленфельс, Р. Ван Лаар // Сталь.-2003. -№2.-с.8-12.

УДК 628.334.6

## РЕГУЛИРУЕМЫЕ КАНАЛИЗАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ

**Саммель Т.И.**

**Научный руководитель: доцент Забелина Г.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Перспективным направлением развития систем водоотведения

городов, поселков городского типа и крупных предприятий является практическая реализация идеи «зарегулирования канализационного стока» с целью уменьшения коэффициента неравномерности притока сточных вод на очистные сооружения.

В 1996 году специалистами МГП «Мосводоканал» совместно с ГУП институтом «МосводоканалНИИпроект» был разработан, построен и введен в эксплуатацию новый тип канализационного сооружения - аварийно-регулирующий резервуар (пат. № 1808048), предназначенный для приема бытовых и производственных сточных вод при авариях, отказах на сооружениях и в часы пик.

В городах США, Германии, Франции и других стран Европы существуют системы канализации, в которых используются регулирующие емкости, предназначенные для приема сточных вод.

Строительство регулируемых водоотводящих систем целесообразно для того, чтобы обеспечить после створа регулирования равномерную загрузку очистных сооружений в течение суток.

Самым характерным и устойчивым для городских хозяйственно-бытовых систем канализации является режим поступления сточных вод на сооружения канализации, обусловленный укладом жизни города. Подавляющая часть сооружений городских систем канализации (КСГ) рассчитывается на пропуск максимального расхода и на соответствующую ему суточную производительность. В самом определении мощности (тыс. м<sup>3</sup>/сут) любого сооружения в неявной форме содержится определение режима загрузки.

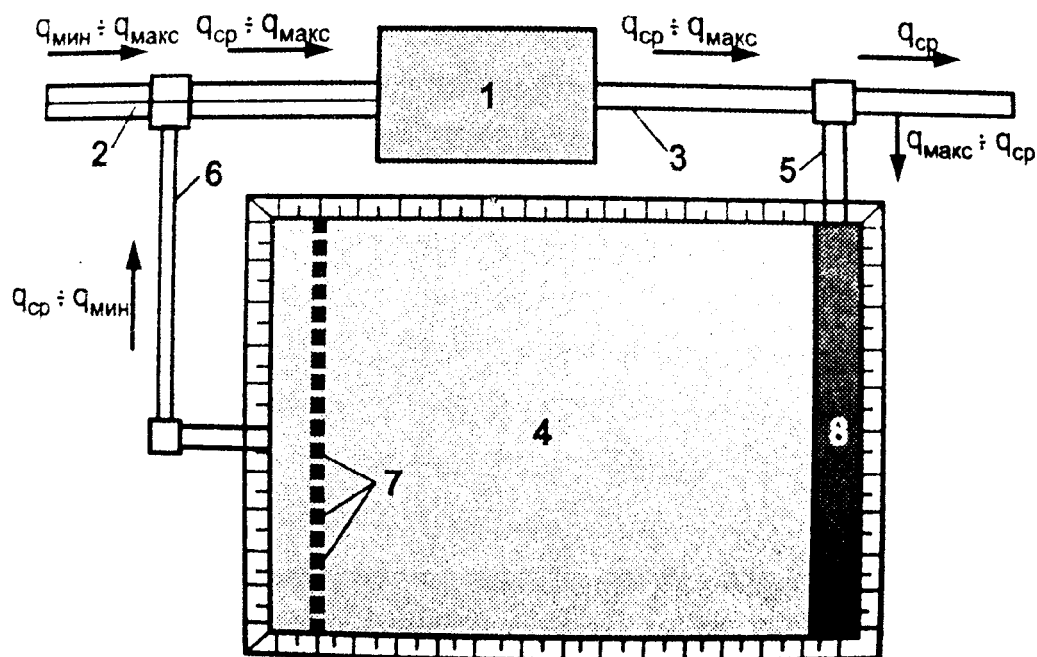
Относительное несовершенство традиционных систем канализации привело к идее практической реализации загрузки сооружений на максимальную величину расхода в течение всего (или большей части) времени существования объекта. Окупаемость основных фондов КСГ зависит от объема услуг, оказываемых службой эксплуатации, измеряемых в тыс. м<sup>3</sup> сточных вод за расчетный промежуток времени. Затраты на переустройство КСГ составят 2-4% затрат, израсходованных на решение проблемы традиционным способом (продолжить строительство коллекторов и каналов-дублеров, КНС, дополнительных водоводов от КНС, увеличить мощность очистных сооружений).

Использование регулирующих емкостей достаточного объема в составе водоотводящих систем (ВС) позволяет уменьшить значение коэффициента суточной неравномерности  $K_{н.сут.}$  за счет снижения численного значения коэффициента часовой неравномерности  $K_{н.час.}$  до 1.

Наличие регулирующей емкости в составе сооружений ВС качественно меняет тип ВС, так как после створа регулирования, т.е. для последующих элементов ВС, расчетный расход может быть уменьшен на величину  $K_{н.час.}$ . Становится возможным обеспечить для любых суток равномерный режим загрузки.

На рисунке 1 представлена принципиальная схема расположения АРР

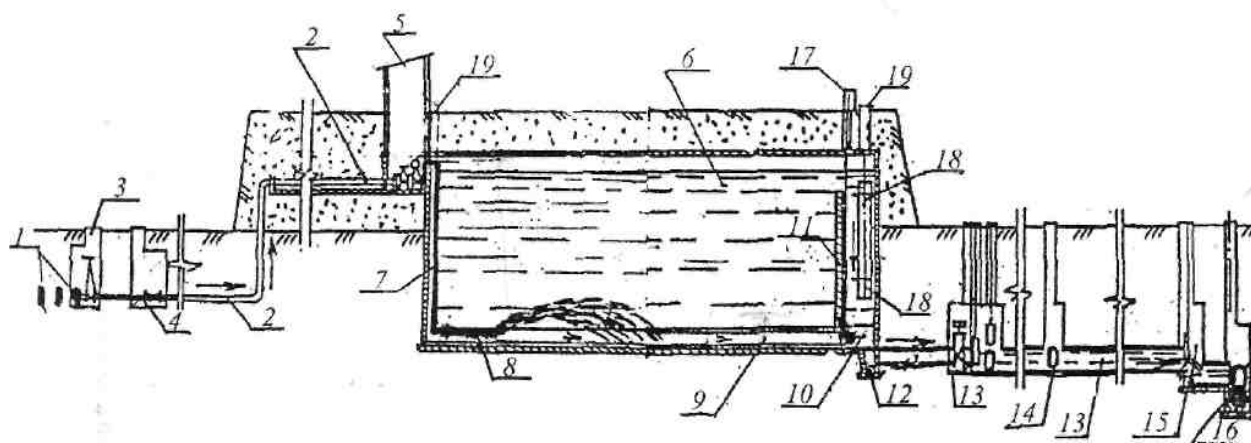
относительно насосной станции. АРР представляет собой заглубленную, полузаглубленную или располагаемую на поверхности емкость. На перекрытии АРР располагают фильтры-поглотители сорбентом которого является активированный уголь.



- 1- канализационная насосная станция перекачки сточных вод; 2- подводящий канал; 3 - напорный водовод; 4 - регулирующая емкость; 5-трубопровод, соединяющий напорный водовод от КНС с регулирующей емкостью; 6- самотечный трубопровод опорожнения; 7 - фильтры-поглотители для очистки газовойздушной смеси; 8- галерея задвижек

Рисунок 1 – Принципиальная схема канализационной системы с регулирующей емкостью

На рисунке 2 представлена принципиальная высотная схема расположения АРР относительно подводящего канала НС. В основе инженерного решения НС и АРР приняты: рассредоточенная система подачи сточных вод в АРР через эжекторы с коническим насадком, расположенным под углом к горизонту, определяемым расчетом; лотковая часть днища АРР, имеет уклон в сторону опорожнения, при котором обеспечивается самоочищающая скорость смыва осадка сточных вод. Наличие растворенного кислорода в сточной воде за время пребывания ее в АРР исключает процессы гниения и выделения из нее дурно пахнущих веществ.



1 - напорные водоводы от НС; 2 - трубопровод подающий в галерею задвижек; 3 - колодец с задвижками; 4 - колодец с расходомером; 5 - галерея задвижек с регулируемыми устройствами; 6 - аварийно-регулирующий резервуар (АРР); 7 - подающая в АРР труба; 8 - эжектор с коническим насадком на подводящей к АРР трубе; 9 - лотковая часть днища АРР; 10 - водосборный канал; 11 - поперечная перегородка с водопропускным проемом; 12 - приямок опорожнения АРР; 13 - труба опорожнения АРР с запорно-регулирующими устройствами; 14 - канал опорожнения АРР с колодцами на присоединении от смежных секций АРР; 15 - водоизмерительный пост на канале опорожнения АРР; 16 - колодец; 17 - фильтр-поглотитель; 18 - переливная труба АРР; 19 - лаз в АРР

Рисунок 2 – Принципиальная высотная схема расположения АРР по отношению к подводящему каналу НС

Рассредоточенная система подачи сточных вод в АРР обеспечивает гибкость технологии в режимах подачи сточных вод в АРР, его опорожнения и организации смыва осадка из лотковой части днища АРР.

Математическая модель работы регулируемой канализационной системы показана на рисунке 3. В первой четверти графика в координатах  $[q; H(q)]$  показана совмещенная характеристика  $H(q)$  насосов, имеющих регулируемый привод, водовода от КНС и рассредоточенной системы подачи сточных вод в АРР.

В данном случае численная величина подачи КНС в каждый момент времени равна величине притока сточных вод на КНС от подводящего коллектора.

При наличии АРР и рассредоточенной системы подачи сточных вод в АРР получаем множество кривых – «совмещенных» характеристик  $H(q)$  отводящей от КНС системы. Это значит, что не зависимо от режима поступления сточных вод на КНС, возможна организация любого режима подачи, в том числе и равномерного в течение любых суток.

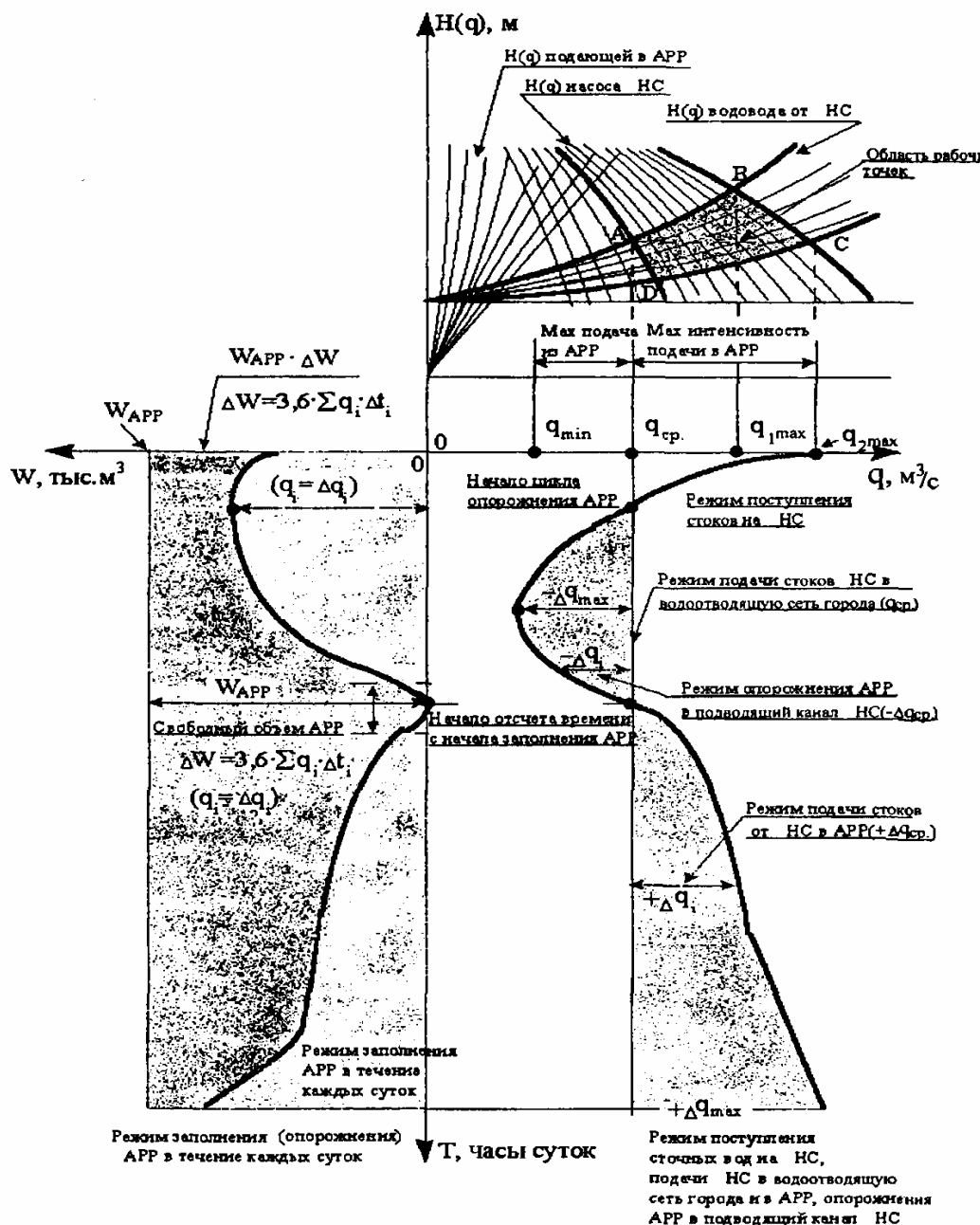


Рисунок 3 – Математическая модель совместной работы КНС с регулирующей емкостью

Для примера произведен расчет APP для ГНС-1а города Новокузнецка, максимальной производительность очистных сооружений  $300000 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Коэффициент часовой неравномерности  $K_{\text{н.час}} = 1,18$ . Прирост мощности составил  $DQ_{\text{нр}} = 45,8 \text{ тыс. м}^3 / \text{сут}$ , то есть мощность очистных сооружений города Новокузнецка при постройке и введении в эксплуатацию APP на ГНС можно увеличить на 15%. Требуемый регулируемый объем APP по расчетам составил  $W_{\text{рег}} = 16,4 \text{ тыс. м}^3$ .

Экономия затрат на строительство для города Новокузнецка по ценам 2008 года  $ЭК = 94132,2 \text{ тыс. руб.}$

## ПЕНОБЕТОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОГЕННЫХ ПРОДУКТОВ

Андрощук А.О.

Научный руководитель: доцент Камбалина И.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Изделия из ячеистого материала широко используются в строительстве. Практически изделия из ячеистых материалов универсальны, что значительно повышает их конкурентоспособность среди других видов строительных материалов аналогичного назначения. Цель работы: разработать линию по организации производства мелких стеновых блоков из ячеистого бетона в городе Новокузнецке, что позволит выпускать не только качественный и эффективный строительный материал, но и улучшить экологию города за счет использования отходов промышленного производства – золы унос. Литературный и патентный обзор показал, что использование ячеистого пенобетона наиболее выгодно, так как он относится к экономичному стеновому материалу, для изготовления которого используются менее энергоемкие процессы. Изделия из ячеистого бетона в последние годы все более широко применяются в современном строительстве в связи с внедрением прогрессивной технологии каркасного возведения зданий. Перспективным является снижение массы стеновых изделий путем применения ячеистых бетонов пониженной плотности. Тем самым, использование ячеистых бетонов дает значительный экономический эффект, снижает массу изделий, толщину ограждающих конструкций.

В качестве сырьевых компонентов для производства стеновых блоков из пенобетона предложено применить: топкинский портландцемент марки 500; комовую известь ЗСМК активностью 75-80%; золу-унос Западно-Сибирский ТЭС (таблица 1). В качестве пенообразователя - ПБ-2000 (ГОСТ 5494-714).

Золы ТЭС образующие на электростанции относят к <<кислым>> материалам ( $M_{\text{осн}} = 0,11$ ;  $K_{\text{осн}} = 1,2$ ) имеют повышенное количество активной стекловидной фазы. Для получения зольного пенобетона применено смешанное известково-цементное вяжущее.

Таблица 1 – Химический состав материалов для пенобетона

Наименование материала	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MqO	MnO	SO <sub>3</sub>
Топкинский ПЦ	65,07	21,68	5,61	4,32	1,49	0,4	0,17
Известь	82,76	0,58	-	-	3,62	-	0,15
Зола Западно-Сибирской ТЭС	6,04	58,72	25,48	5,62	1,88	2,19	0,62



Состав пенобетона с расчетной средней плотности 600 кг/м<sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>	
	% по массе	кг
Цемент	39,8	228,6
Известь	4,4	25,4
Зола	55,2	317,5
Вода		343
ПБ-2000	0,2	1,03

Все материалы предполагается завозить на предприятие автотранспортом. Зола и цемент с помощью пневмотранспорта проходят осадительную систему: циклон, рукавный фильтр и с помощью винтового транспортера подаются в расходные бункера, запас которых предусмотрен на 2 часа бесперебойной работы. Дозирование осуществляется автоматическими весовыми дозаторами.

Пенообразователь ПБ-2000 и известь хранятся в расходных емкостях из нержавеющей стали. Известь шнеками подается в расходный бункер. Отдозированные материалы и вода подаются в стержневой смеситель-активатор. Сначала, в смеситель поступает вода и известь, через 5 минут цемент, зола и ПБ-2000. Перемешивание длится 8 минут, после этого смесь насосом подается к месту заливки. Производится заливка в разборные ячейковые формы, установленные на вагонетки.

Формы выдерживаются 4 часа до набора пластической прочности. Тепловлажностная обработка (ТВО) изделий производится в пропарочных камерах при температуре изотермической выдержки 80-90° по режиму (3+6+3) часов. После пропаривания формы разбираются, смазываются и подаются на склад форм. Готовые изделия автопогрузчиком транспортируются на склад готовой продукции. Учитывая, что ТВО имеют высокую влажность, предусмотрено хранение их в сухом помещении при температуре воздуха 18-20° С. Отпускная влажность изделий должна быть 12-18 %.

Результаты исследования готовой продукции: Класс (марка) бетона по прочности на сжатие В 3,5 (М50); марка по средней плотности D600; по морозостойкости F25, что соответствует для зоны строительства г. Новокузнецка; Коэффициент по теплопроводности  $\lambda = 0,12-0,17$  Вт/(м·°С).

Экономические показатели: себестоимость блока составляет - 4 рубля. При производстве линии П= 15 000 м<sup>3</sup> в год, уровень рентабельности предприятия – 30 %, срок окупаемости затрат на производство составляет 3 года 2 месяцев.

Сравнительные расчеты показывают, что себестоимость получения пенобетона на основе золы по сравнению с пенобетоном на кварцевом песке, используемом в настоящее время в качестве заполнителя, ниже в 1,8-2 раза. Это обусловлено использованием местных золных отходов.

Доказано, что из местных материалов (известь ЗСМК, зола-унос Западно-Сибирской ТЭС) можно получить стеновые изделия в виде пенобетонных блоков, которые удовлетворяют требованиям строительства в городе Новокузнецке.

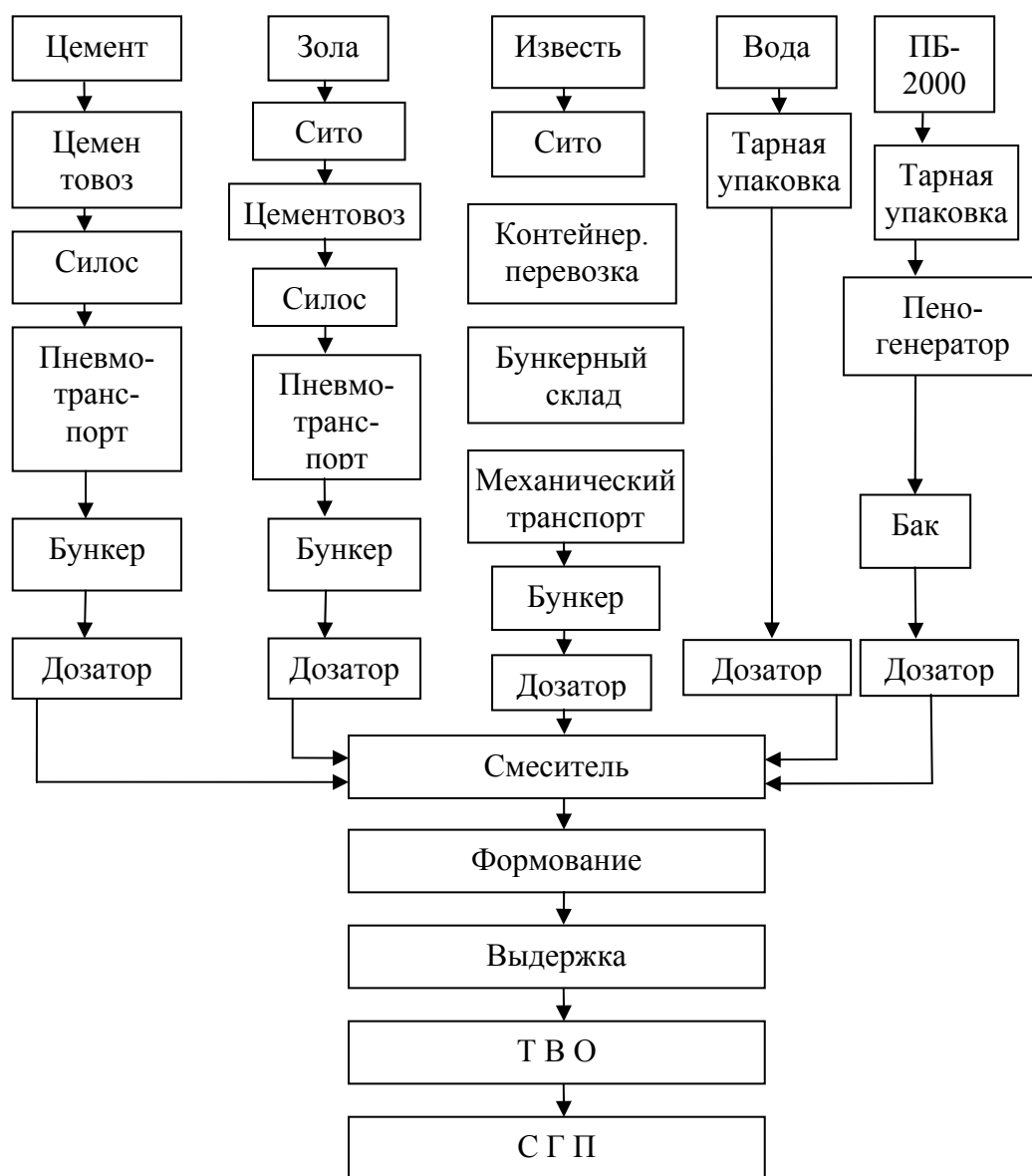


Рисунок 1 – Технологическая схема производства стеновых блоков из пенобетона

**КЕРАМИЧЕСКИЙ КИРПИЧ НА ОСНОВЕ ЗОЛЫ ТЭС****Баум А.А.****Научный руководитель: к.т.н. Карпачева А.А.***Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Керамические изделия относятся к экологически чистым строительным материалам. Проведенный литературный и патентный обзор показал, что использование зол ТЭС в качестве основного и топливосодержащего сырья для производства керамических стеновых материалов, обеспечивает расширение сырьевой базы керамической промышленности, создает безотходную технологию комплексной переработки многозольных углей и решает некоторые экологические аспекты охраны окружающей среды и главным образом является одним из решений проблем утилизации зол ТЭС, которая с каждым годом становится острее.

Целью работы является разработка линии по производству керамического кирпича на основе золы – унос Томь-Усинской ГРЭС. Предусматривается разработать линию по производству керамического пустотелого кирпича (250×120×65) мм, соответствующего требованиям ГОСТ 530-2007.

В качестве сырьевых компонентов для производства керамического кирпича на основе зол ТЭС предложено применить: глинистое сырье Новокузнецкого месторождения; золу-унос Томь-Усинской ГРЭС (таблица 1).

Таблица 1- Химический состав сырьевых материалов

Наименование материала	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MqO	MnO	SO <sub>3</sub>
Суглинок Новокузнецкий	4,44	59,85	14,17	4,91	2,38	0,15	0,1
Зола Томь-Усинской ГРЭС	6,04	58,72	25,48	5,62	1,88	2,19	0,6

Зола Кузнецкого бассейна относится к полукислому сырью, содержащего много кремнезема (до 60%) и мало оксида железа (менее 10%), обладает повышенной тугоплавкостью фазы.

Глины низко-дисперстные, умеренно-пластичные не засоренные крупнозернистыми примесями. Естественная влажность – 11,3%, средняя плотность – 1710кг/м, коэффициент разрыхления – 1,32.

Продукция разрабатываемого цеха включает кирпич керамический пустотелый, пустотностью 12,7%, с 17-ю сквозными цилиндрическими отверстиями (диаметр отверстий 16мм) полусухого прессования, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 530-2007. Кирпич предназначен для

кладки наружных и внутренних стен и других элементов зданий и сооружений.

Таблица 2 – Состав кирпича на основе золы

Материалы	Расход на 1 м <sup>3</sup>	
	% по массе	кг
Глина	55,1	1744
Зола	32,7	1036
Вода	12,2	385

Зола и глина доставляются на завод автотранспортом и подаются поочередно в приемные бункера ящичных питателей с рыхлителями. Затем они подвергаются обработке на вальцах грубого помола и поступают в шихтозапасник откуда подаются в два ящичных питателя. Дозировка компонентов шихты на ленточный конвейер осуществляется при помощи шиберов, установленных в питателях.

Отдозированная шихта обрабатывается на вальцах грубого и тонкого помола и поступает в двухвальный смеситель, где перемешивается и увлажняется до влажности 19-20%. Затем масса обрабатывается фрезерным диспергатором и поступает в накопительные бункера, оборудованные ящичными питателями.

Отформованный брус разрезается многострунным автоматом на кирпичи, которые с помощью автомата-укладчика укладываются на консольные сушильные вагонетки.

Сушка осуществляется в обыкновенной противоточной туннельной сушилке. Срок сушки – 36 часов. Садка высушенного кирпича на печные вагонетки осуществляется автоматом-садчиком. Изделия укладываются на вагонетки.

Обжиг золокерамических стеновых материалов проводится в туннельной печи. Вагонетки с обожженными изделиями с помощью маневренного устройства подаются на разгрузку.

Результаты исследования готовой продукции:

Марка кирпича по прочности на сжатие М150; средняя плотность 1100 кг/м<sup>3</sup>; марка по морозостойкости F50, что соответствует для зоны строительства г. Новокузнецка; коэффициент по теплопроводности  $\lambda = 0,34...0,40 \text{Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ .

Экономические расчеты показали, что при производстве линии П= 10 млн. м<sup>3</sup> в год и цене за кирпич равной 8 рублей, уровень рентабельности предприятия – 36,3 %, срок окупаемости затрат на производство составляет 3 года 7 месяцев.

Сравнительные расчеты показывают, что при внедрении технологии золокерамических стеновых материалов значительно повышается экономический эффект, а также с вводом золы-уноса брак при обжиге благодаря равномерной температуре по всему сечению обжигового канала

снизился на 2%. Также достигается большая экономия технологического топлива за счет сгорания остаточного топлива золы (более 70%)

Литературный и патентный обзор показал, что использование золы-унос при производстве керамического кирпича наиболее выгодно, так как снижается срок сушки, достигается экономия технологического топлива, упрощается технология, поскольку используется двухкомпонентная шихта вместо трехкомпонентной.

Из всего этого следует, что производство керамического кирпича на основе золы в 2 раза эффективнее. Кроме улучшения стоимостных показателей не менее важен и реальный вклад в улучшение экологической ситуации в регионе.



Рисунок 1 – Технологическая схема производства керамического кирпича

## ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОСТИ И ВОДОУДЕРЖИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ШЛАКОВЫХ ВЯЖУЩИХ

**Бугримова Н.А.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Современное строительство требует готовых к употреблению сухих растворных и бетонных смесей различного назначения. Доменный шлак в таких изделиях может выполнять функции, как заполнителя, так и вяжущего.

Целью данной работы является определение активности шлака, зная его химический состав, определение количества активизирующего вещества и изучение водоудерживающей способности шлака и способа ее повышения. Объектом исследования является доменный гранулированный шлак ЗСМК.

Свойства шлака характеризуются следующими показателями: модуль основности  $M_o=0,99$ , модуль активности  $M_a=0,27$ , коэффициент качества  $k=1,51$ , коэффициент основности силикатов доменного гранулированного шлака  $K_{осн}=0,99$ . По коэффициенту качества шлак как сырье для вяжущего находится между 1 и 2 сортом, по модулю основности шлак относится к нейтральным, по модулю активности – шлак низкой активности, т.е. необходима дополнительная активизация шлака: механическая – домол до удельной поверхности 350...500 м<sup>2</sup>/кг, остаток на сите №008 менее 10 %; химическая – введение сульфатных, щелочных активизаторов, ускорителей растворимости извести; тепловая – обработка изделий в тепловых камерах (ТВО) или автоклавах.

Для повышения активности шлака необходимо ввести добавку, увеличивающую коэффициент основности, с этой целью исследован щелочной компонент в виде газоочистной пыли известкового хозяйства ЗСМК (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав сырьевых материалов для сложного вяжущего

Материал	Содержание, %							
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	ППП	Σ	K <sub>1</sub>
Граншлак	38,07	10,36	0,37	42,01	6,55	0	97,36	1,027
Известковая газоочистная пыль	3,95	1,07	3,77	61,79	1,21	27,69	99,48	1,005
Приведенный к 100 %								
Граншлак	39,1	10,64	0,38	43,15	6,73	0	100	-
Известковая газоочистная пыль	3,97	1,08	3,78	62,12	1,22	27,83	100	-

В состав известковой пыли входит повышенное содержание оксидов кальция, около 80 %, дисперсность материала характеризуется остатком на сите № 008 до 3,2 %. Вещественный состав ее представлен гидратированной известью пушонкой – Ca(OH)<sub>2</sub>, не гашеной известью CaO, которая гидратируясь на воздухе постепенно переходит в Ca(OH)<sub>2</sub>, присутствует примесь CaCO<sub>3</sub>.

Известно, что вяжущие свойства проявляются у сырьевых материалов уже при K<sub>осн</sub> =1 и усиливаются по мере его роста до оптимального количества 1,2...1,6. Рассчитаем, какое количество известкового компонента необходимо добавить в шлак для повышения K<sub>осн</sub> до 1,6.

$$\frac{\text{Сырьё с } K_{осн} > 1 / \text{Сырьё с } K_{осн} < 1 =}{\left( (CaO + 0,93MgO + 0,6R_2O) - (n \cdot 0,93SiO_2 + 0,55Al_2O_3 + 0,35Fe_2O_3 + 0,7SO_3) \right) x} = 1,$$

$$\frac{\left[ (62,12 + 0,93 \cdot 1,22) - (1,6 \cdot 0,93 \cdot 3,97 + 0,55 \cdot 1,08 + 0,35 \cdot 3,78) \right] x}{(1,6 \cdot 0,93 \cdot 39,1 + 0,55 \cdot 10,64 + 0,35 \cdot 0,38) - (43,15 + 0,93 \cdot 6,73)} = 1;$$

$$\frac{59,21 \cdot x}{14,38} = 1; \quad x = 0,24;$$

где n – заданный коэффициент основности – 1,6;

x – количество частей щелочного компонента (K<sub>осн</sub>>1) на 1 часть шлака (K<sub>осн</sub><1)

Установлено, что на 1 часть доменного граншлака необходимо добавить 0,24 части известкового компонента, т.е. на 1 кг шлака – 240 г известкового компонента. В процентах добавка известкового компонента составит 19,35 %, то есть соотношение шлак: известковая пыль – 80,65:19,35.

Определяем процентное содержание оксидов каждого компонента смеси, умножая их значения (таблица 1) на содержание (%) данного компонента в сырьевой смеси. Полученные результаты заносим в таблицу 2.

Таблица 2 – Химический состав сырьевой смеси

Компонент	Содержание, %						
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	ППП	Σ
Граншлак 80,65%	31,53	8,58	0,31	34,80	5,43	0	80,65
Известковая газоочистная пыль 19,35%	0,77	0,21	0,73	12,02	0,24	5,38	19,35
Состав сырьевой смеси, %	32,30	8,79	1,04	46,82	5,67	5,38	100

Для активизации помола вяжущего предложено в его состав добавить отработанную формовочную смесь (ОФС) – отход литейного производства ЗСМК в количестве 3 ... 6 %. Добавка микротвердых частиц в виде кварца позволила довести тонкость помола до 4500 см<sup>2</sup>/г за время в 2 раза меньше чем без нее. Отходы производства ЗСМК состоят из мелкого песка в виде

низкотемпературной  $\beta$  – модификации кварца с повышенной дефектностью структуры. Зерна песка покрыты пленками из связующих веществ и добавок минерального и органического происхождения, модифицированных вследствие термохимических воздействий.

В качестве основного компонента связующих веществ в формовочной земле является: глина и жидкое растворимое стекло. Насыпная плотность ОФС 1300...1500 кг/м<sup>3</sup>, плотность зерен 2440...2530 кг/м<sup>3</sup>, пустотность 44...48 %, модуль крупности 1,8...2,1. Химический состав ОФС: SiO<sub>2</sub> – 88,59%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 7,98%, CaO – 0,23%, MgO – 0,21%, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1,13%, Na<sub>2</sub>O – 0,49%, K<sub>2</sub>O – 0,03%, TiO<sub>2</sub> – 0,23%, MnO – 0,02%.

Полученное известково-шлаковое вяжущее имеет активность 27 МПа, то есть марка 250 ... 300.

Для проведения исследования водоудерживающей способности было изучено три состава: молотый граншлак без добавок, изучаемое известково-шлаковое вяжущее и шлакопортландцемент.

Испытание производилось по методике регламентируемой ГОСТ 310.6-85. Сущность опыта состоит в фиксировании скорости осаждения цементного теста (В/Ц=1/1) в воде и подсчете коэффициента водоотделения по формуле

$$K = (a - v) / a \times 100, \%$$

где  $a$  – первоначальный объем цементного теста, мл;

$v$  – объем осевшего цементного теста, мл.

В результате установлено (рисунок 1), что известково-шлаковое вяжущее обладает большей водоудерживающей способностью (коэффициент водоотделения  $K=15\%$ ), чем молотый граншлак без добавок ( $K=39\%$ ). Введение в шлак пыли газоочистки известкового производства замедляет процесс водоотделения более чем в два раза. Граншлак без добавок начинает сразу же отдавать воду, в объеме в три раза больше, чем известково-шлаковое вяжущее, процесс идет в течение 50 минут. Разработанное вяжущее первое время практически не отдает воду (в течение 20 минут), это свойство важно для применения его в сухих смесях. Процесс стабилизируется через 40 минут.

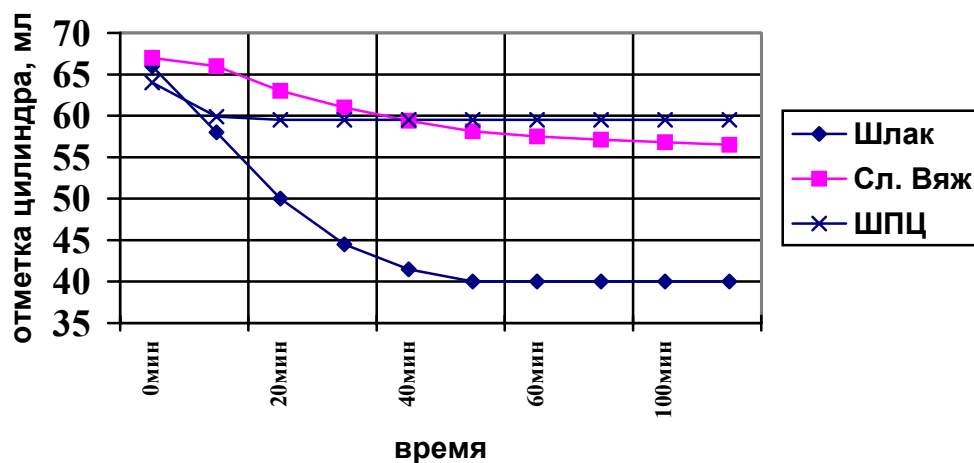


Рисунок 1 – Зависимость водоотделения от вида вяжущего



Итак, разработано известково-шлаковое вяжущее марки 250...300, которое получено из шихты: доменный шлак – 80,65% и пыль газоочистки известкового производства – 19,35%. С целью ускорения помола в 2 раза до удельной поверхности 4500 см<sup>2</sup>/г введена добавка отработанной формовочной смеси литейного производства в количестве 3...6%. Исследование водоотделения (водоудерживающей способности) известково-шлакового вяжущего показало, что оно через 20 минут стабилизируется и равнозначно шлакопортландцементу.

УДК: 691:678.065.004.8

## **ПРОИЗВОДСТВО РЕЗИНОВОЙ КРОШКИ**

**Волков И.Ю.**

**Научный руководитель: доцент Уточкина Л.К.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Динамичный рост парка автомобилей во всех развитых странах приводит к постоянному накоплению изношенных автомобильных шин. По данным Европейской Ассоциации по вторичной переработке шин (ЕТРА) в 2000 году общий вес изношенных, но непереработанных шин достиг: в Европе-2,5 млн тонн; в США-2,8 млн тонн; в Японии-1,0 млн тонн; в России-1,0 млн тонн.

Объем их переработки методом измельчения не превышает 10%. Большая часть собираемых шин (20%) используется как топливо. Вышедшие из эксплуатации изношенные шины являются источником длительного загрязнения окружающей среды: шины не подвергаются биологическому разложению; шины огнеопасны и, в случае возгорания, погасить их достаточно сложно; при складировании они являются идеальным местом размножения грызунов, кровососущих насекомых и служат источником инфекционных заболеваний. Вместе с тем, амортизированные автомобильные шины содержат в себе ценное сырье: каучук, металл, текстильный корд.

Проблема переработки изношенных автомобильных шин и вышедших из эксплуатации резинотехнических изделий имеет большое экологическое и экономическое значение для всех развитых стран мира. Невосполнимость природного нефтяного сырья диктует необходимость использования вторичных ресурсов.

Старые автомобильные покрышки с открытого склада автопогрузчиком подаются в цех. Процесс производства резиновой крошки начинается с мойки покрышек в моечной машине. Затем покрышки

подаются на борторезательный станок. Отбортованные и разрезанные на две части покрышки на станке для резки измельчаются на куски размером 20-40мм.

Куски резины наклонным ленточным конвейером с электромагнитным шкивом подаются на горизонтальный ленточный конвейер с плужковым сбрасывателем, питающий дробильные вальцы. Дробление осуществляется путем многократного пропуска материала через вальцы с просевом после каждого прохождения зазора.

Просев материала осуществляется на одноярусной вибросеялке. Материал, прошедший через сетку, винтовым конвейером подается на размалывающие вальцы. Материал, не прошедший через сетку, возвращается на дробильную сетку.

Работа размалывающих вальцев и связанного с ним оборудования осуществляется следующим образом: материал, пройдя зазор между валками, системой пневмотранспорт подается на двухярусное вибросито, снабженное верхней штампованной сеткой с круглыми отверстиями сетки диаметром 6мм и плетеной нижней с квадратными ячейками размером 1х1 мм. Материал – кордное волокно, не прошедший через верхнюю сетку, собирается винтовым конвейером и системой пневмотранспорта подается в расположенный вне цеха бункер отходов для последующего вывоза его автотранспортом. Резина, прошедшая верхнюю сетку, но не прошедшая нижнюю сетку, возвращается на размалывающие вальцы, а прошедшая через нижнюю плетеную сетку собирается винтовым конвейером и системой пневмотранспорта подается в бункер сменного запаса резиновой крошки. Технологическая схема производства приведена на рисунке 1.

На основе резиновой крошки изготавливаются различные формовые изделия (тротуарная плитка, которая не бьется, не колется при транспортировке и монтаже, морозоустойчива, на ней не образуется наледь в зимнее время).

Широкое применение находит в производстве спортивного инвентаря. Порошковая резина размерами частиц до 1мм используется для изготовления кровельных материалов (рулонной кровли, резинового шифера и резиночерепицы), которые обладают высокой атмосферной стойкостью, долговечностью, так как не набухают, не образуют трещин при резких колебаниях температур, стойки к химическим и агрессивным средам.

Материалы на основе резиновой крошки не токсичны и отличаются от других материалов низкой стоимостью.

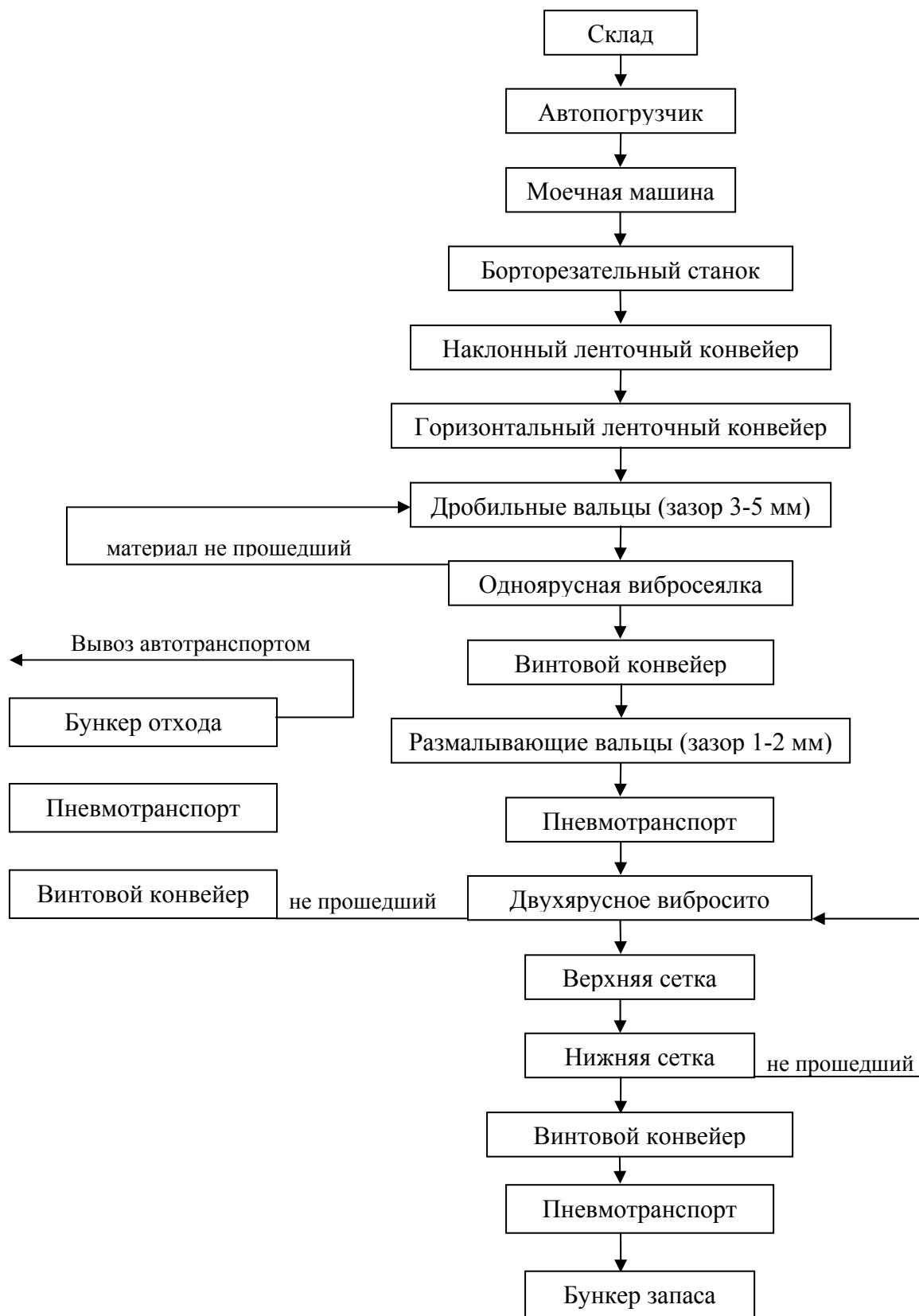


Рисунок 1 – Технологическая схема

Строительство цеха по изготовлению резиновой крошки рентабельно в Кемеровской области, т.к. на всей территории России не больше 3-х таких предприятий, а склады изношенных автопокрышек с каждым годом увеличиваются.

## **ЦЕХ ПО ПРОИЗВОДСТВУ СТЕНОВЫХ БЛОКОВ ИЗ ПЕНОЗОЛОБЕТОНА**

**Елькин К.Е.**

**Научный руководитель: к.т.н. Карпачева А.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Промышленность строительных материалов использует в качестве сырья попутные продукты и отходы других отраслей промышленности (металлургические шлаки, золы ТЭЦ, отходы деревообработки), внося свою лепту в решение экологических проблем, относящихся к главнейшим проблемам, вставшим перед человечеством к концу XX в. К сожалению, используется пока лишь небольшой процент попутных продуктов и промышленных отходов, и это остается одним из актуальных направлений развития промышленности строительных материалов.

Другая проблема, стоящая перед строителями - снижение энергозатрат на отопление зданий. Она может быть решена только за счет эффективной теплоизоляции зданий и тепловых сетей, так как удовлетворение новых нормативов СНиП по термическому сопротивлению ограждающих конструкций не реально при применении традиционных материалов (силикатный кирпич, монолитный бетон и пр.). В связи с новыми требованиями, установленными СНиП II-3-79\*, коэффициент термического сопротивления возрос в 2-2,5 раза. Наиболее перспективными в сложившейся ситуации являются ячеистые материалы.

Перспективным является снижение массы стеновых изделий путем применения ячеистых бетонов пониженной плотности. Снижение массы строительных конструкций позволяет увеличить их габариты, т. е. повысить степень индустриализации строительного производства, а также существенно экономить основные строительные материалы: цемент, металл, древесину, кирпич и др.

Расчеты, подтвержденные практическим опытом ряда строек, говорят о том, что применение ячеистых бетонов дает значительный экономический эффект, снижает массу изделий, толщину ограждающих конструкций. В связи с этим ячеистые бетоны за последние годы нашли широкое применение во всех развитых странах в гражданском, промышленном, гидротехническом строительстве, а также в строительстве инженерных сооружений.

Снижение энергоемкости потребления возможно при повышении сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций зданий. Поэтому к технологии ячеистых бетонов, применение которых способствует снижению материалоемкости возводимых объектов и расходов энергии на их эксплуатацию, обращено пристальное внимание ученых и практиков. В

условиях постоянного и быстрого роста цен на энергоносители особой привлекательностью обладают изделия из ячеистых бетонов неавтоклавного твердения, к которым относится и пенозолобетон.

Производство эффективного по теплофизическим параметрам пенобетона низких марок по средней плотности является проблемным ввиду сложности обеспечения стабильной тонкодисперсной ячеистой структуры и высокой прочности, зависящих от рецептурно-технологических факторов. Очевидно, что оптимальное содержание пенообразователя является одним из основных факторов, влияющих на строительно-технические свойства пенобетона. Так, при недостаточном содержании пенообразователя не будет обеспечиваться требуемая плотность бетона, а при его повышенном расходе может произойти существенное замедление процессов схватывания и твердения цементной системы.

В качестве сырьевых компонентов используется следующее сырье:

Вяжущее – цемент с минеральными добавками Топкинского цементного завода ПЦ-400-Д20, ГОСТ 10178-85, химический состав приведен в таблице 1, минералогический состав - в таблице 2, техническая характеристика цемента представлена в таблице 3.

Таблица 1 – Химический состав цемента

Содержание %						
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SO <sub>3</sub>	ППП
21,92	11,60	56,96	2,35	4,47	0,78	0,38

Таблица 2 – Минералогический состав цемента

C <sub>3</sub> S	C <sub>2</sub> S	C <sub>3</sub> A	C <sub>4</sub> AF
46,27	16,19	6,06	11,02

Таблица 3 – Техническая характеристика цемента

Наименование вяжущего, ГОСТ	Активность, МПа	Тонкость помола, % остатка на сите № 008	Сроки схватывания		Нормальная густота, %	Плотность, г/см <sup>3</sup>	
			начало, мин	конец, час		истинная	насыпная
ПЦ-400-Д20	35,3	10,8	45	10	25,2	3,1	1,3

В качестве кремнеземистого компонента применяется зола-унос сухого отбора ТЭЦ ЗСМК. Физические характеристики золы (ГОСТ 310.2 и 310.3) приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Физические характеристики золы-унос ТЭЦ ЗСМК

Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	Модуль крупности	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Водопотребность, %
2300..2500	-	713...800	2300	41,4

Зола исследована на радиоактивность, результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Гамма-спектральный анализ золы-унос ТЭЦ ЗСМК

Удельная активность, рКи/г			Эффективная удельная поверхность
Th-228	Ra-226	R-40	
2,4	2,6	10	6,7

Химический состав приведен в таблице 6.[10]

Таблица 6 – Химический состав золы-унос ТЭЦ ЗСМК

Состав, % по массе								
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	Mn <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	SO <sub>3</sub>	ППП
58,72	25,48	6,04	1,88	5,62	2,19	-	0,62	3,15

В качестве активизатора золы используется кальциевая известь, дробленая до фракции 2,5-5 мм («крупки»), скорость гашения которой 8 мин. – поставляется с АиП по договоренности. Химический состав извести приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Химический состав извести

Содержание, %							
CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	MnO	SO <sub>3</sub>	ППП
82,76	0,58	-	-	3,62	-	0,15	13,01

Пенообразователь ПБ-2000 предназначен для использования в производстве пенобетона различных марок в качестве порообразователя. Техническая характеристика пенообразователя дана в таблице 8 [12].

Таблица 8 – Техническая характеристика пенообразователя

Показатель	Значение
Внешний вид	Однородная прозрачная жидкость от светло-желтого до коричневого цвета
Плотность при 20°С, кг/м <sup>3</sup>	1000-1200
Водородный показатель (ph) пенообразователя, в пределах	7,0-10,0
Кратность пены рабочего раствора с объемной долей пенообразователя 4%, не менее	7,0
Устойчивость пены, с, не менее	360

В работе применяется натриевое жидкое стекло в качестве

стабилизатора пены. Для уменьшения водотвердого отношения и увеличения пластичности используется суперпластификатор С-3. Технические свойства суперпластификатора С-3 регламентируются ТУ 6-36-0204229-625-90.

Для приготовления ячеистого бетона нужно применять воду, пригодную для питья, кислотность – 7,8 рН. Технические свойства воды регламентируются ГОСТ 23732-79.

Запроектирован цех в виде одноэтажного однопролетного здания размером 18х54 м и высотой 7,2 м, который будет расположен в Заводском районе г. Новокузнецка.

Изготавливаемой продукцией являются стеновые блоки из пенозолобетона в соответствии с ГОСТ 21520-89 «Блоки из ячеистых бетонов стеновые мелкие». Материалы и бетон для изготовления блоков должны соответствовать требованиям ГОСТ 25485.

Класс (марка) бетона по прочности на сжатие и марки бетона по средней плотности должны быть не ниже класса (марки) по прочности В1,5 (М25) и марки по средней плотности не более D1200. Прочность при сжатии  $R_{сж}=35-50$  кгс/см<sup>2</sup>. Отпускная влажность бетонных блоков по ГОСТ 21718-84 не должна превышать 35% по массе.

Марки бетона по морозостойкости должны быть в зависимости от режима их эксплуатации и расчетных зимних температур наружного воздуха в районах строительства не менее F25 для блоков наружных стен.

На рисунке 1 представлен стеновой блок по ГОСТ 21520-89.

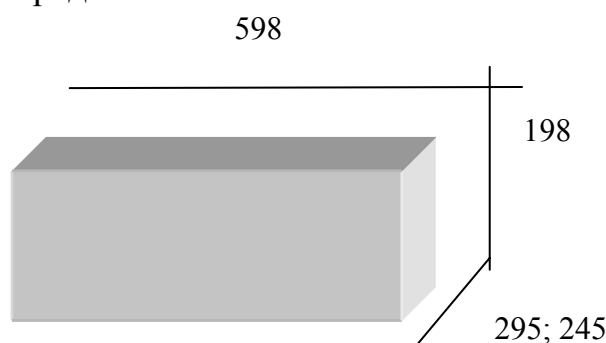


Рисунок 1 – Стеновой блок из пенозолобетона по ГОСТ 21520-89

Данные по номенклатуре продукции по ГОСТ 21520-89 сведены в таблицу 9.

Таблица 9 – Номенклатура выпуска продукции

Наименование изделия	ГОСТ	Марка по плотности	Размер, мм			Масса изделия, кг
			длина	толщина	высота	
Мелкий стеновой блок	21520-89	D700	598	295	198	25,2
				245		12,6

В результате теплотехнического расчета толщина стены из

пенозолобетона в г. Новокузнецк должна быть 0,6 м. Необходимая толщина обеспечивается блоками двух видов 600x300x200 мм и 600x150x200 мм, массой 25,2 кг и 12,6 кг соответственно.

Для производства качественного продукта рассмотрены методы контроля производства и качества готовой продукции. Организация контроля качества предусмотрена для большого предприятия.

Рассчитаны показатели экономической эффективности капитальных вложений. Укомплектован штат из 81 человека. Себестоимость единицы продукции - 1645 руб., средняя цена за единицу – 3700 руб. Уровень рентабельности составил 14%, срок окупаемости – 7,2 года.

С целью создания безопасных условий работы на предприятии предусмотрена охрана труда и техника безопасности.

Для того чтобы цех не представлял серьезной опасности для жизни и здоровья людей, предусмотрены мероприятия по защите воздушного бассейна от вредных выбросов и водоемов от загрязнения сточными водами.

УДК: 666.972.5

## **ЗАВОД ПО ПРОИЗВОДСТВУ АСФАЛЬТОБЕТОНА**

**Ермакова Н.М.**

**Научный руководитель: доцент Уточкина Л.К.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Для строительства современных дорог необходимо покрытие которое предохраняло бы несущий слой основания дорожной одежды от увлажнения сверху, поскольку влага неблагоприятно сказывается на его прочности. Поэтому покрытие должно быть водонепроницаемым и трещиностойким, оно должно обеспечивать безопасное движение автомобильного транспорта. Следовательно покрытие должно обеспечивать хорошее сцепление с колесом автомобиля и быть сдвигоустойчивым – то есть не образовывать колеи, волн, наплывов и сдвигов. Все эти функции наилучшим образом может выполнять покрытие из асфальтобетона

Асфальтобетонные покрытия устраивают при тяжелом движении с интенсивностью не менее 3 000 автомобилей в сутки. Их целесообразно строить также в местностях, где на дорогах часто образуется гололед, поскольку асфальтобетон позволяет использовать для борьбы с ним гигроскопические соли, разрушительно действующие на цементобетонные покрытия.

Асфальтобетонные заводы являются основными производственными предприятиями дорожного хозяйства и предназначены для приготовления различных асфальтобетонных смесей для строительства, реконструкции и ремонта слоев асфальтобетонного покрытия.



АБЗ представляет собой сложный комплекс включающий в себя прием, хранение и загрузку компонентов для приготовления смесей разного состава. Асфальтобетонная смесь является комплексным многокомпонентным материалом, меняющим свойства при изменении состава, все технологические операции оказывают значительное влияние на конечные свойства асфальтобетона в покрытии.

Основными причинами и мотивами, определяющими тенденции развития асфальтосмесительных установок, являются: снижение затрат на производство смесей; требование заказчика на получение смесей высокого качества - не ниже требований действующих стандартов; стремление к снижению энергоемкости производства смесей и металлоемкости установок; стремление приблизить производство смесей к месту укладки (необходимость их перемещения и сокращения сроков монтажа и демонтажа); стремление избежать влияния человеческого фактора на процесс производства смесей (повышение степени автоматизации работы установок; стремление повышения надежности (безотказности) и долговечности установок); стремление к обеспечению защиты экологии (снижению пылевых и вредных газовых выбросов в атмосферу).

Для асфальтобетона используются компоненты: щебень и песок Абагуро-Атамановского карьера в качестве заполнителя (марка щебня по дробимости 800, по морозостойкости 50, песок марки по дробимости 600), доломитовый минеральный порошок Гурьевского завода инертных материалов в качестве тонкодисперсного вещества, битум Ачинского нефтеперерабатывающего завода в качестве вяжущего (марка битума БНД 90/130 с глубиной проникновения иглы 91-130 при температуре 25<sup>0</sup>С и температурой размягчения не ниже 43<sup>0</sup>С).

Для выполнения всего комплекса технологических операций в состав АБЗ входит следующее технологическое оборудование:

- асфальтосмесительная установка (наклонный конвейер, сушильный барабан, горячий элеватор, грохот, бункера горячих материалов, дозатор и смеситель);
- приемные устройства для каменных материалов, площадки для их хранения и машины для их подачи в бункеры асфальтосмесительных установок;
- приемные устройства для битума, хранилища (емкости), битумонагревательное оборудование, битумные насосы;
- приемные устройства и емкости для хранения минерального порошка и насосы (пневмосистемы) для подачи его к смесителю;

Асфальтобетон оптимального вещественного состава готовится по технологии при которой достигается наилучшее взаимодействие компонентов и более полно протекают физико–химические процессы.

Сам процесс приготовления смеси включает в себя: предварительное дозирование песка и щебня (точность дозировки минеральных материалов обеспечивается введением в систему автоматического управления блока

контроля уровня материалов в «горячих бункерах»); загрузку их в сушильный барабан; просушивание и нагрев до рабочей температуры 170-180°C (при низкой температуре минеральных материалов часть влаги остается на зернах и ухудшает сцепление битума с поверхностью зерен, а при высокой температуре материалов происходит окисление битума на поверхности зерен, что меняет его свойства); последующую сортировку; нагревание вяжущего до рабочей температуры 150-170°C (высокая температура и резкий режим нагрева приводит к изменению свойств битума, а низкая ухудшает процесс обволакивания зерен, обеспечение этих параметров решается введением в систему автоматического управления блоков контроля температуры битума); окончательное дозирование (точность дозирования обеспечивается путем использования весовых дозаторов); перемешивание всех компонентов (обеспечение точности соблюдения времени «сухого» и «мокрого» перемешивания обеспечивается введением в систему автоматического управления задатчика времени перемешивания); выдачу готовой смеси. Работой асфальтосмесительной установки управляют из кабины оператора, что позволяет избежать влияния человеческого фактора на процесс производства смесей.

Особо важными технологическими параметрами приготовления асфальтобетонной смеси являются:

- точность дозирования всех составляющих - отклонение по весу не более 0,5%;
- режим сушки и температура нагрева щебня и песка - отклонения по температуре не более 5°C;
- режим и температура нагрева вяжущего - отклонения по температуре не более 5°C;
- время «сухого» и «мокрого» перемешивания - отклонение по времени не более 5 сек;

Производство асфальтобетона энергоемкий, сложный процесс, требующий тщательного подхода к подбору компонентов асфальтобетонной смеси и строгого соблюдения технологического процесса.

Таким образом, производство асфальтобетонных смесей может решить ряд проблем – предохранит несущий слой основания автодорог, тем самым увеличит срок эксплуатации дорог, что обеспечит дальнейшее строительство новых автодорог, а значит и связь между районами и населенными пунктами Кемеровской области, повысит уровень жизни населения, обеспечит потребность в перевозках в соответствии с ростом автомобилизации.

## «ХОЛОДНОЕ» БЕТОНИРОВАНИЕ

**Матехина А.Н.**

**Научный руководитель: доцент Меркулова С.И.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В XXI веке бетон продолжает оставаться основным материалом в строительстве. Бетонные работы ведутся круглый год, поэтому важно создать условия для набора прочности. Строительные работы, ведущиеся в нормальных условиях, т.е. до наступления зимних холодов или же при температурах, не превышающих  $+35^{\circ}\text{C}$ , не требуют никаких дополнительных условий ухода за твердеющим бетоном. Правда, учитывая, что для твердения бетона требуется постоянная влажность, во избежание раннего высыхания даже при этих температурах его укрывают от прямых солнечных лучей. В России температуры воздуха в разных районах очень разнообразны: от  $-70^{\circ}\text{C}$  до  $+50^{\circ}\text{C}$ . Раньше зимой строительные работы почти полностью прекращались, а строительство в южных районах нашей страны требовало разработки особых условий твердения бетона. Однако размах строительства требует ведения строительных работ круглый год и в любых климатических условиях.

Рассмотрим применение бетона в зимнее время года. Свежеуложенному бетону мороз безусловно опасен. И, прежде всего из-за влияния низких температур на процессы схватывания и твердения цементов. Бетон очень чувствителен к холоду. Это сказывается, прежде всего, на времени схватывания и скорости твердения. Так, например, при снижении температуры с  $20$  до  $5^{\circ}\text{C}$  схватывание бетона замедляется в  $2 - 5$  раз. Но особенно резко проявляется это замедление при дальнейшем снижении температуры – до  $0^{\circ}\text{C}$ . Твердение прекращается полностью. Это объясняется тем, что при замерзании бетона содержащаяся в нем свободная вода замерзает, а образование цементного камня замедляется. Замерзая в бетоне, вода увеличивается в объеме на  $9\%$ . В результате этого в порах бетона развивается большое давление, которое вызывает разрушение структуры еще не затвердевшего бетона. Скопившаяся на поверхности зерен крупного заполнителя вода при замерзании образует тонкую ледяную пленку, которая отделяет поверхность заполнителя от соприкосновения с цементным тестом. В результате ухудшается монолитность бетона. Если заморозить бетон в раннем возрасте, то лед разрушит многие кристаллики цементного клея. Если затворение бетона было проведено до замораживания, а твердение бетона еще не началось, то оно не начнется и после замерзания. Но если твердение началось, то оно приостанавливается, пока свободная вода в бетоне будет оставаться в виде льда. При оттаивании бетона замерзшая свободная вода превращается в жидкость, и твердение бетона

возобновляется. В нем происходят те же процессы, что и до замерзания, но уже при изменившейся структуре. Эти изменения в структуре бетона уменьшают его прочность и сцепление бетона с арматурой. Конечная прочность бетона будет тем ниже, чем раньше бетон подвергся замораживанию. Для сохранения свойств бетона до замерзания бетоны марок 200 и 300 должны успеть набрать 40 % своей марочной прочности, а 400 и 500 – 20 – 30 %, таким образом, замерзнув, бетон при оттаивании продолжит набор своей прочности.

Для того, чтобы защитить бетонную смесь при ее твердении от низких температур применяют несколько основных методов:

#### 1. «Метод термоса»

Производят нагрев компонентов бетонной смеси: воду нагревают до 40°C, а заполнители до 60°C, причем цемент и тонкомолотые добавки подогревать запрещается. При этом в качестве вяжущего используют высокопрочный цемент. В результате температура бетонной смеси должна составить 40 – 50°C. Далее очищают опалубку от наледи и нагревают ее. После укладки бетона в опалубку производят его теплоизоляцию при помощи теплоизоляционных материалов: шлака, опилок, минеральной ваты и т.д.

При таком способе защиты сохраняется внутренняя теплота бетона, поддерживаемая за счет экзотермических реакций, происходящих во время его твердения.

#### 2. Бетонирование в тепляках

Сущность данного метода заключается в следующем: производят электроподогрев бетонной смеси до 80°C (при этом используется переменный ток напряжением от 60В до 127В, максимальная сила тока 6000 Ампер), за счет того, что свежесделанная смесь является хорошим проводником электричества. После чего смесь укладывается в очищенную опалубку и после 2 – 3 часов твердения набирает 70 – 80 % своей марочной прочности.

Сейчас распространен подогрев опалубки при помощи проводов, то есть электрическим способом. Проводником в таком случае является сетка из оцинкованной стали. Количество проводов рассчитывается из условия нагревания смеси до 40°C.

#### 3. Использование «холодного» бетона

При возведении монолитных и сборно-монолитных бетонных сооружений широко используется метод «холодного бетонирования» - применение бетона с противоморозными добавками. Введение противоморозных добавок – технологически наиболее простой, удобный и экономически выгодный способ зимнего бетонирования.

С учетом областей применения противоморозные добавки можно разделить на две группы [1]:

- добавки, понижающие температуру замораживания жидкой фазы бетона и принадлежащие к числу либо слабых ускорителей, либо

замедлителей схватывания и твердения цемента. К ним относятся некоторые сильные электролиты, такие как очень популярный нитрит натрия и хлорид натрия, слабые электролиты, например водные растворы аммиака, неэлектролиты, вещества органического происхождения, например многоатомные спирты и карбамид.

▪ добавки, совмещающие в себе способность к сильному ускорению процессов схватывания и твердения цементов с хорошими антифризными свойствами. К ним относятся поташ, добавки на основе хлорида кальция – смеси хлорида кальция с хлоридом натрия, нитритом натрия, нитрит-нитратом кальция, нитрит-нитратом кальция и мочевиной и некоторые другие.

Виды противоморозных добавок [2]

Добавки	Формула
Хлорид натрия	NaCl
Хлорид кальция	CaCl <sub>2</sub>
Поташ	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>
Нитрит натрия	NaNO <sub>2</sub>
Мочевина (карбамид)	CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>
Нитрат кальция	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Нитрит-нитрат кальция	Ca(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> + Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
Нитрит-нитрат кальция + мочевина	Ca(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> + Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>
Нитрит-нитрат-хлорид кальция	Ca(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> + Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + CaCl <sub>2</sub>
Нитрит-нитрат-хлорид кальция + мочевина	Ca(NO <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> + Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + CaCl <sub>2</sub> + CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>
Комплексная соль нитрата кальция с мочевиной и их механическая смесь	Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> •4CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> , Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> + CO(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub>

Кроме этих основных двух групп противоморозных добавок в отдельных случаях при зимнем бетонировании используют вещества со слабыми антифризными свойствами, но относящиеся к сильным ускорителям схватывания и твердения цемента, одновременно вызывающие сильное тепловыделение на ранней стадии твердения бетонной смеси и бетона. Эти добавки выбирают из числа тех, которые способствуют быстрому образованию плотной микрокапиллярной структуры цементного камня, например сульфаты трехвалентного железа и алюминия. Масштабы их применения не велики, но они представляют определенный научный интерес.

В зависимости от состава и вида цемента, температуры, состава и дозировки противоморозных добавок последние оказывают различное влияние на физические свойства бетонной смеси. При использовании противоморозных добавок в процессе приготовления бетона существует несколько факторов, которые влияют на выбор добавки:

– регулирование сохраняемости модифицированных бетонных

смесей при отрицательных температурах;

- ускорение процесса гидратации цемента в бетоне;
- снижение точки замерзания воды в бетонной смеси;
- реологические свойства бетонной смеси;
- тепловой эффект гидратации цемента;
- коррозионная стойкость бетона по отношению к арматуре;
- сульфатостойкость бетона;
- щелочная коррозия заполнителя в бетоне;
- физико-механические показатели бетона.

Кроме этого выбор назначения добавки осуществляется в зависимости от вида производимых изделий и составляющих их материалов. Так, в дорожных бетонах можно применять с противоморозными добавками только цемент, удовлетворяющий требованиям соответствующего стандарта. Шлакопортландцемент для этих целей не применим. Применение шлакопортландцемента соответствующей марки для других объектов разрешается только после проведения необходимых испытаний. Шлакопортландцемент в зимнем строительстве можно сочетать с применением противоморозных добавок для массивных низко модульных конструкций и сооружений, при условии, что их начнут эксплуатировать только в весенне-летний период. Сульфатостойкий портландцемент можно использовать при зимнем бетонировании с применением противоморозных добавок в сочетании с электропрогревом.

Зачастую бетонную смесь готовят в обогреваемых помещениях и ее нужно транспортировать до места укладки с минимальными тепловыми потерями. Потери тепла при самой перевозке бетонной смеси меньше, чем при перегрузочных операциях. Поэтому в зимнее время ее доставляют на место укладки без перегрузки. При этом надо следить, чтобы транспортная тара была утеплена и обогревалась. Если бетонная смесь транспортируется в кузове автосамосвала, то кузов укрывают брезентом или обогревают отработанными газами. Это позволяет создать над бетонной смесью тепловую завесу. При транспортировании бетонной смеси в бадах и бункерах их накрывают деревянными утепленными крышками; снаружи утепляют войлоком и затем обшивают фанерой. При насосном транспорте бетона утепляют как помещения, где установлены бетононасосы, так и бетоноотводы.

Использованию бетона в холодное время года посвящены труды С.А. Миронова, В.П. Сизова и И.Г. Совалова, разработавших и внедривших в практику теорию и способы зимнего бетонирования.

#### Библиографический список

1. Добавки в бетон. Справочное пособие / Под ред. В.С. Рамачандрана – М.: Стройиздат, 1988. – 568 с.
2. Миронов С.А. Теория и методы зимнего бетонирования / С.А. Миронов – М., 1975 г.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПОЛУЧЕНИЮ ДЕКОРАТИВНОГО СТЕНОВОГО КАМНЯ НА ОСНОВЕ ОТБЕЛЕННОГО ШЛАКА

Полей М.Б.

Научный руководитель: Панов С.А.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Утилизация промышленных отходов в таких крупных промышленных городах как Новокузнецк стоит очень остро. НКМК и ЗСМК ежегодно вырабатывают около 5 млн. тонн доменных шлаков, целенаправленная технологическая реализация которых позволит снизить дефицит сырья и стоимость строительных материалов.

Целью работы является разработка состава и способа получения кирпича на основе отбеленного доменного шлака.

Для производства декоративного шлакового кирпича используется декоративный шлаковый цемент и заполнитель в виде доменного гранулированного шлака ЗСМК фракцией менее 5мм в соотношении 1 : 3 по массе.

Для получения декоративного шлакового цемента (ДШЦ) предложено использовать техногенные продукты ЗСМК. Состав цемента запатентован - № 2232139. В состав цемента входит: отбеленный доменный граншлак 71-79%; пыль известковой газоочистки 15-20 %; отработанная формовочная смесь 3-6 %; сульфатный компонент 3-5%; пигмент 2-5%.

Основной компонент - доменный гранулированный шлак со степенью белизны более 65%, полученный методом полусухой грануляции на гидрожелобной установке, содержащий минимальное количество красящих оксидов:  $Fe_2O_3$ ,  $MnO$ ,  $Cr_2O_3$ . По химическому составу гранулированный шлак находится между 1 и 2 сортом ( $K=1,51$ ) и относится к нейтральным шлакам ( $M_0 = 1$ ) (таблица 1), он не подвержен силикатному распаду и соответствует «Нормам радиационной безопасности (НРБ-96)». Однако для получения из него вяжущего необходима активизация.

Таблица 1 – Химический состав гранулированного шлака

Содержание оксидов, %										
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	MnO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ППП
38,07	10,36	42,01	6,55	0,37	0,49	0,94	0,56	0,62	<0,3	0

В качестве щелочного активизатора использована пыль газоочистки известкового производства (таблица 2). Она имеет высокую удельную поверхность (остаток на сите №008 менее 3%), насыпную плотность 660 кг/м<sup>3</sup>. В ней отсутствуют непогасившиеся зёрна, поэтому исключается возможность появления дутиков и высолов в готовом изделии.

Таблица 2 – Химический состав пыли газоочистки ЗСМК

Содержание оксидов, %										
SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	MnO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	ППП
3,95	1,07	61,79	1,21	3,77	0,3	0,05	0,1	0,03	0,04	27,69

Для ускорения процесса помола сырья применена отработанная формовочная смесь литейного производства (ОФС), состоящая на 95% из кварцевого песка (таблица 3). Согласно НРБ-96 для горелой земли отход не представляет радиоактивной опасности.

Таблица 3 – Химический анализ ОФС

Содержание оксидов, %									
Na <sub>2</sub> O	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	SiO <sub>2</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MnO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	ППП
0,49	0,21	7,98	88,5	0,03	0,03	0,23	<0,03	1,13	1,09

В качестве сульфатного активизатора использован попутный продукт коксохимического производства - сульфат аммония ((NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). Отход содержит: 21,24% – N<sub>2</sub> или 25,76% – NH<sub>3</sub>; 10% – H<sub>2</sub>O; 2,6% – H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>; 43,1% – веществ нерастворимых в толуоле. Плотность кристаллического сульфата аммония при 20°С 1768 кг/м<sup>3</sup>.

В качестве пигмента применён отход метизного производства (ОМП) – тонкодисперсный порошок кирпично-красного цвета, по химическому составу представляет собой оксид железа – гематит (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

Лабораторным путем методом математического планирования подобран оптимальный состав декоративного шлакового цемента, физико-механические характеристики которого представлены в таблице 4.

Технология производства декоративного шлакового кирпича включает такие основные переделы, как: доставка сырьевых материалов, их загрузка в бункера, дозирование компонентов, перемешивание, формование, тепловлажностная обработка изделий в пропарочных камерах наземного типа по режиму 2+8+2 при температуре изотермической выдержки 90-95°С, отгрузка готовых изделий потребителю.

Таблица 4 – Физико-механические характеристики ДШЦ

Характеристики	Ед. изм.	Свойства
Марка	кг/см <sup>2</sup>	200-250
Состав ДШЦ: Гранулированный шлак	%	71...79
Известковая пыль	%	15...20
ОФС	%	3...6
Сульфатный компонент	%	3...5
Пигмент – ОМП	%	3...6
Удельная поверхность	см <sup>2</sup> /г	4000...4500
Истинная плотность	г/см <sup>3</sup>	2,6...2,8



*Продолжение таблицы 4*

Характеристики	Ед. изм.	Свойства
Прочность после ТВО, режим (3+8+3) час:		
- при растяжении на изгиб	МПа	2,48
- при сжатии	МПа	27,4

Декоративный шлаковый кирпич размером 250x120x88 марки М150 имеет следующие показатели:  $R_{сж}=16,2$  МПа,  $\rho_{ср}=1650$  кг/м<sup>3</sup>,  $\lambda=0,7$  Вт/м·°С, морозостойкость не менее 50.

Экономические расчёты показали, что при закладываемой изначально рыночной цене в 8 руб., фактическая себестоимость получилась 1,86 руб. за полнотелый полуторный кирпич, что дешевле обжигового керамического кирпича, который имеет те же физико-механические характеристики: прочность, теплопроводность, декоративность. Срок окупаемости 2,1 года.

УДК: 691.327.32: 662. 613.11

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЛОКОВ ИЗ ПЕНОБЕТОНА**

**Пушилина М.Ю.**

**Научный руководитель: доцент Камбалина И.В.**

*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 энергоемкие процессы, что способствует повышению эффективности производства и снижению себестоимости продукции.

Целью работы является разработка линии по производству пенобетонных стеновых блоков с применением золы – унос ЗСМК ТЭС. Предусматривается производство блоков (200×400×600) мм, соответствующие требованиям ГОСТ 21529-89.

В качестве сырьевых компонентов для производства стеновых блоков из пенобетона предложено применить: топкинский портландцемент марки 500; комовую известь активностью 75-80%; золу-унос Западно-Сибирский ТЭС (таблица 1). В качестве пенообразователя - ПБ-2000 (ГОСТ 5494-714).

Таблица 1 – Химический состав материалов для пенобетона

Наименование материала	CaO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MqO	MnO	SO <sub>3</sub>
Топкинский ПЦ	65,07	21,68	5,61	4,32	1,49	0,4	0,17
Известь	82,76	0,58	-	-	3,62	-	0,15
Зола Западно-Сибирской ТЭС	6,04	58,72	25,48	5,62	1,88	2,2	0,62

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 известково-цементное вяжущее.

Состав пенобетона с расчетной средней плотности 600 кг/м<sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>	
	% по массе	кг
Цемент	39,8	228,6
Известь	4,4	25,4
Зола	55,2	317,5
Вода		343
ПБ-2000	0,2	1,03

Все материалы предполагается завозить на предприятие автотранспортом. Зола и цемент с помощью пневмотранспорта проходят осадительную систему: циклон, рукавный фильтр и с помощью винтового транспортера подаются в расходные бункера, запас которых предусмотрен на 2 часа бесперебойной работы. Дозирование осуществляется автоматическими весовыми дозаторами. Пенообразователь ПБ-2000 и известь хранятся в расходных емкостях из нержавеющей стали. Известь шнеками подается в расходный бункер. Отдозированные материалы и вода подаются в стержневой смеситель-активатор. Сначала в смеситель поступает вода и известь, через 5 минут цемент, зола и ПБ-2000. Перемешивание длится 8 минут, после этого смесь насосом подается к месту заливки. Производится заливка в разборные ячеистые формы, установленные на вагонетки.

Формы выдерживаются 4 часа до набора пластической прочности. Тепловлажностная обработка (ТВО) изделий производится в пропарочных камерах при температуре изотермической выдержки 80-90° по режиму 3+6+3 часов. После пропаривания формы разбираются, смазываются и подаются на склад форм. Готовые изделия автопогрузчиком транспортируются на склад готовой продукции для хранения их в сухом помещении при температуре

воздуха 18...20° С. Отпускная влажность изделий должна быть 12...18 % (рисунок 1).

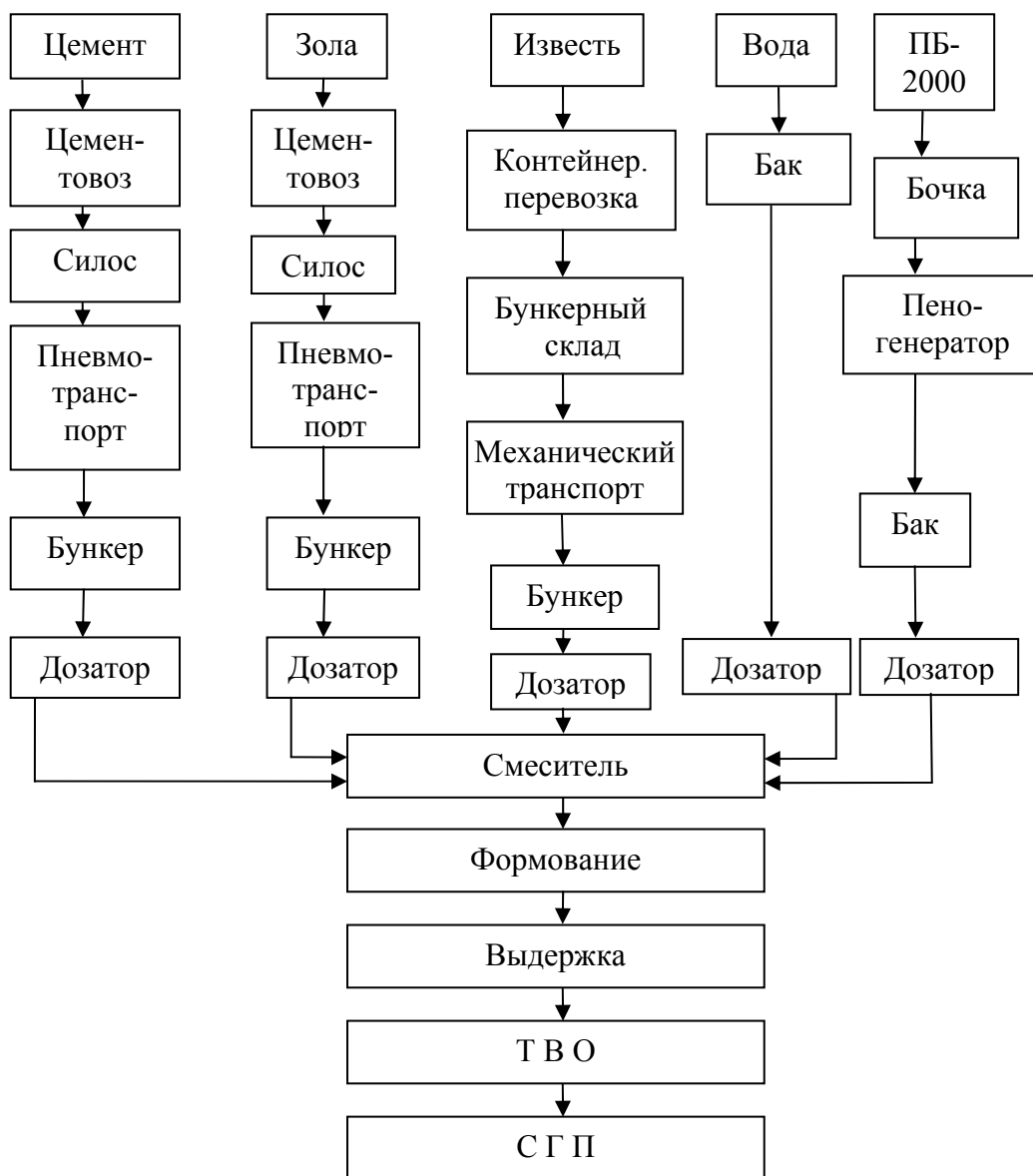


Рисунок 1 – Технологическая схема производства стеновых блоков из пенобетона

Класс (марка) бетона по прочности на сжатие В 3,5 (М50); марка по средней плотности D600; по морозостойкости F25, что соответствует для зоны строительства г. Новокузнецка;

Коэффициент по теплопроводности  $\lambda = 0,12...0,17 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ .

Экономические показатели представлены: себестоимость блока составляет - 4 рубля. При производстве линии П= 20 000 м<sup>3</sup> в год, уровень рентабельности предприятия – 26,9 %, срок окупаемости затрат на производство составляет 3 года 5 месяцев.

Сравнительные расчеты показывают, что себестоимость получения пенобетона на основе золы по сравнению с пенобетоном на кварцевом песке,

используемом в настоящее время в качестве заполнителя, ниже в 1,8...2 раза. Это обусловлено использованием местных отходов металлургии.

УДК: 691.327.32: 662. 613.11

## **КЕРАМЗИТОЗОЛОПОЛИСТИРОЛБЕТОННЫЕ БЛОКИ – СЭНДВИЧ ДЛЯ СТЕН**

**Стеблюк А.Н.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Задачи резкого увеличения объемов строительства, сокращения сроков возведения зданий, повышения их теплозащиты могут быть решены только при использовании эффективных строительных материалов. Одним из направлений решения этой проблемы является создание легких бетонов на качественных пористых заполнителях с использованием техногенных продуктов.

Цель работы - разработать технологическую линию по производству трехслойных керамзитобетонных блоков с утепляющим слоем из пенополистиролбетона. Особенность этой линии заключается в том, что в качестве сырьевых материалов используются техногенные продукты, что в условиях острого дефицита в сырье является наиболее выгодным решением.

В качестве сырьевых материалов для производства трехслойных керамзитобетонных блоков с утепляющим слоем из пенополистиролбетона используются: портландцемент марки 400; керамзитовый гравий фракции менее 10 мм производства мысковского керамзитового завода, для улучшения качества которого в сырьевую шихту применены плавни в виде метало-масляной окалины из вторичных отстойников (добавка позволила снизить марку керамзитового гравия от 600-700 до 450-500 кг/м<sup>3</sup>); зола-унос Томь-Усинской ТЭС; пенополистирол; пластифицирующая добавка «Прогресс». Характеристика портландцемента приведена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика портландцемента

Наименование	Марка	Актив-ность, МПа	Плотность, г/см <sup>2</sup>		НГ, %	Сроки схватывания	
			Истинная	Насыпная		Начало, мин	Конец, мин
ПЦ	М 400	43	2,9	1,2	1,1	60-120	4-6

Характеристика керамзитового гравия представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристика керамзитового гравия

Наименование	Марка	Прочность, МПа	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Морозостойкость, %
Керамзитовый гравий	П 150	2...3	500	1,2

Таблица 3 – Характеристика пенополистирола

Показатели	Нормы для полистирола
Цвет	Частицы окрашены в интенсивный зеленый цвет
Воды не более	1
Остаточного мономера (стирола) не более	0,25
Порообразователи не менее	6
Средний диаметр частиц, мм	1,7±0,25
Содержание основной фракции полистирола, не менее	94

Таблица 4 – Характеристика золы-унос ТУ ТЭС

Наименование	Удельная поверхность, см <sup>2</sup> /г	Насыпная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Истинная плотность, кг/м <sup>3</sup>	Водопотребность, %
Зола-унос	3300	820	2090	46,7

Состав керамзитобетона с расчетной средней плотностью 800 кг/м<sup>3</sup> приведен в таблице 5.

Таблица 5 – Состав керамзитобетона

Наименование	Расход сырьевых материалов на 1 м <sup>3</sup> смеси, кг				
	Керамзит. гравий	Цемент	Зола-унос	Добавка	Вода
Керамзитобетон	562,5	375	187,5	56	187,5

Состав пенополистиролбетона с расчетной плотностью 200 кг/м<sup>3</sup> приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Состав полистиролбетона

Наименование	Расход сырьевых материалов на 1 м <sup>3</sup> смеси, кг		
	Цемент	Полистирол	Вода
Полистиролбетон	160	24	100

Принципиальная конструкция блоков включает: наружный слой из керамзитобетона плотностью 800 кг/м<sup>3</sup> и классом по прочности при сжатии В5 толщиной 80 мм; средний утепляющий слой из пенополистиролбетона плотностью 200 кг/м<sup>3</sup> и маркой по прочности М2,5 – М 5 толщиной 250 мм; внутренний слой из керамзитобетона плотностью 1000 кг/м<sup>3</sup> и классом по

прочности при сжатии В 5 толщиной 70 мм.

В связи с этим технология изготовления трехслойных керамзитобетонных блоков с утепляющим слоем из полистиролбетона включает: приготовление керамзитобетонной смеси и приготовление пенополистиролбетонной смеси.

Узел приготовления пенополистиролбетона предложено разместить на отдельном участке. Там же организовать производство вспененных полистирольных гранул на специальной установке производительностью 4 м<sup>3</sup> гранул в час. Гранулы после приготовления подают в вентилируемые бункеры емкостью 10 м<sup>3</sup>, где происходит их высыхание, выравнивания давления в них до атмосферного и частичная детоксикация – удаление остатков изопентана, стирола. Гранулы дозируют по объему. Техническую пену готовят из раствора пенообразователя ПБ-2000 с помощью пеногенератора. Компоненты пенополистиролбетонной смеси перемешивают в растворосмесителе емкостью 0,8 м<sup>3</sup>, а затем транспортируют на пост формования блоков.

Технология приготовления крупнопористого керамзитобетона с использованием заполнителя фракции 5...10 мм и цемента марки 400 состоит из следующих операций. В бетоносмеситель первоначально подается керамзит и вода. Воду вводят многоточечно для более быстрого и равномерного водонасыщения заполнителя. Перемешивание длится 150 с. Это время обусловлено скоростью водопоглощения керамзита – 90%-ное водонасыщение наступает в течение 110-130 с. Далее в бетоносмеситель подается цемент и зола, и процесс перемешивания продолжается еще 120 с, после чего готовую смесь отправляют на пост формовки изделий.

Блоки предложено изготавливать путем последовательного формования слоев. Сначала с помощью бетоноукладчика укладываются нижний наружный ограждающий слой блока толщиной 80 мм из керамзитобетона плотностью 800 кг/м<sup>3</sup> и виброуплотняют его в течение 20-30 с. Затем также с помощью бетоноукладчика укладывают пенополистиролбетон слоем толщиной 250 мм и путем кратковременной вибрации в течении 10-15 с идет его разравнивание. Перед укладкой верхнего слоя блоков свежеложенный слой выдерживают 30-40 мин для того, чтобы пенополистиролбетон набрал сырцовую прочность, необходимую для удерживания верхнего слоя керамзитобетона. Верхний слой керамзитобетона уплотняют поверхностной вибрацией. Блоки после 3-часовой выдержки в цехе подвергают тепловой обработке по следующей схеме: подъем температуры – 3 часа, изотермическая выдержка при температуре 70<sup>0</sup> С – 6 часов, охлаждение – 2 часа. Технологическая схема по производству трехслойных керамзитобетонных блоков с утепляющим слоем из пенополистиролбетона приведена на рисунке 1.

Пенополистиролбетон используемой марки обладает следующими свойствами: средняя плотность – 200 кг/м<sup>3</sup>; предел прочности на растяжение при изгибе – 0,1 МПа; коэффициент теплопроводности – 0,065 Вт/м<sup>0</sup>С;

удельная теплоемкость – 1,06 кДж/кг<sup>0</sup>С.

Масса стенового блока размером 20х20х40 см равна 6,8 кг.

При разработке технологической линии по производству керамзитобетонных блоков с утепляющим слоем из пенополистиролбетона производительностью 45 тыс. м<sup>3</sup> в год были выполнены расчеты эффективности вложения инвестиций в строительство предприятия по их выпуску. В результате, были получены следующие данные: стоимость продукции составит 4469 рублей за м<sup>3</sup>, что дешевле керамического кирпича в 1,2 раза, а по теплотехническим показателям предложенные изделия превосходят кирпич в 10 раз. Важное преимущество данной технологии состоит в том, что вместо полистирольных гранул применен пенополистирол, что позволило снизить расход гранул более чем на 30%, учитывая что полистирольные гранулы являются наиболее дорогим компонентом при производстве блоков, то это позволяет значительно снизить себестоимость изделий и, следовательно, увеличить рентабельность производства. Исходя из приведенных технико-экономических показателей можно сделать вывод, что производство трехслойных керамзитобетонных блоков с утепляющим слоем из пенополистиролбетона является экономически эффективным.

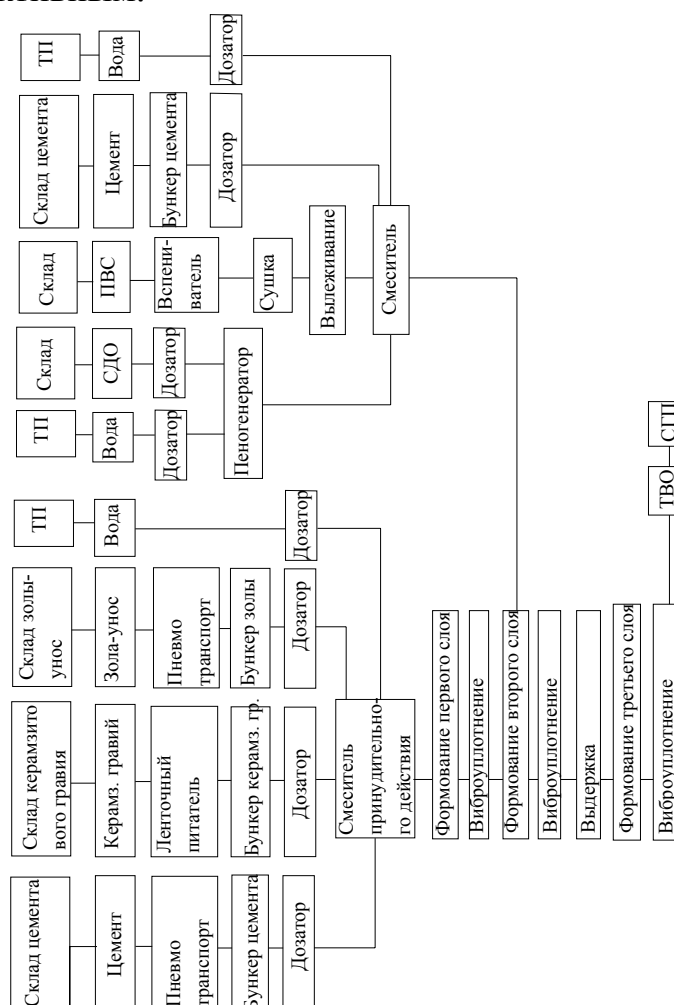


Рисунок 1 – Технологическая схема производства трехслойных керамзитобетонных блоков с утепляющим слоем из пенополистиролбетона

## ТЕХНОЛОГИЯ ЭФФЕКТИВНОГО КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА

**Столярова Н.А.**

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

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Актуальной задачей, учитывая многообразие требований, предъявляемых к ячеистой керамике, является поиск и разработка способов получения керамического черепка с заранее заданными свойствами и, прежде всего, прочностными и структурными показателями. Кроме того, методы получения ячеистой керамики должны быть простыми и экономически выгодными.

Цель исследований – разработка технологии получения ячеистого керамического кирпича пригодного для возведения однослойных стеновых конструкций.

Особенное положение среди керамических изделий занимает ячеистая керамика, которая, являясь матричным композиционным материалом, представляет двухфазную систему. Структура керамического матричного композита состоит из дисперсионной среды, образующей внутренний каркас, заполненный газовой фазой (воздух). Такая структура способствует высоким физико-механическим характеристикам при малой средней плотности материала, что обеспечивает марочные значения прочности кирпича при очень низком коэффициенте теплопроводности ( $\lambda = 0,15 - 0,25$  Вт/м °С) по сравнению с обычной стеновой керамикой ( $\lambda = 0,6 - 0,7$  Вт/м °С). Использование современной технологии позволяет создавать полнотельный керамический кирпич, в массе которого образуется множество мелких и крупных воздушных пор. В результате плотность черепка на 30 – 50 % меньше, а тепло он сохраняет в 2 – 3 раза лучше, чем обычный пустотельный кирпич.

Литературный обзор показал, что использование полусухого способа подготовки глиняной массы и формования изделий является наиболее выгодным, так как после прессования изделия можно сушить в жестком режиме и совмещать сушку с обжигом, что ведет к сокращению энергозатрат, повышению эффективности производства и снижению себестоимости продукции. В отличие от пластического способа формования можно использовать тощие суглинки и малопластичные глины, что значительно расширяет сырьевую базу керамической технологии. К достоинствам этого метода так же можно отнести, исключение ввода в керамическую шихту корректирующих добавок, улучшающих сушильные свойства кирпича, и упрощение технологической схемы производства. При этом, снижаются затраты на строительство завода, так как оборудование для полусухого прессования стоит значительно дешевле, сокращаются



габаритные размеры здания, отсутствует отделение для сушки кирпича.

В работе были рассмотрены различные способы получения ячеистой стеновой керамики: ● способ вспенивания керамической массы; ● способ введения в состав шихты выгорающих добавок; ● способ химического порообразования; ● способ объемного омоноличивания; ● способ неплотной упаковки.

В технологии строительной керамики способ введения выгорающих добавок используется очень давно и позволяет частично решать как выше обозначенные проблемы повышения теплоэффективности кирпича, так и проблемы, связанные с экономией топлива и утилизацией топливосодержащих отходов. Технология с использованием выгорающих добавок не требует разработки принципиально нового оборудования и реализуется в условиях действующих заводов по выпуску обыкновенного кирпича. В качестве выгорающих добавок используют твердые горючие материалы, например древесные опилки, уголь, продукты коксования, лигнин и другие материалы.

В настоящей работе предложено применить в качестве выгорающей добавки вспененные полистирольные гранулы. Использование гранул из выгорающих материалов способствует формированию матричного керамического композита с шаровидной формой ячеек. В качестве корректирующей добавки, регулирующей чувствительность глиняного сырья к сушке, в технологии предложено использование шамотного отощителя в количестве до 5%.

Основным сырьем исследован суглинок Байдаевского месторождения. Суглинок после добычи экскаватором и транспортировки автотранспортом подается в глинохранилище, в котором предусматривается запас на 5 дней. Далее при помощи ленточного конвейера сырье подается в глинорыхлитель, затем через ящичный питатель по ленточному конвейеру попадает в камневыделительные вальцы, а затем по ленточному конвейеру в сушильный барабан, где подсушивается до влажности 7%. Далее сырье обрабатывается в бегунах мокрого помола и через барабанный грохот подается на склад. Дальнейшая переработка всех компонентов осуществляется в стержневом смесителе, сюда же подаются добавки: шамот и вспученные полистирольные гранулы (рисунок 1)

Бой шамота, переработанный в щековой и молотковой дробилке, поступает в стержневой смеситель.

Полистирол привозится на завод в мешках и подвергается вспениванию на отдельном посту. Увеличение гранул осуществляется за счет действия пара. Полученные гранулы имеют повышенную влажность и требуют подсушки. Гранулы из расходного бункера подается в общий смеситель, сюда же подается вода.

Прессование изделий осуществляется на коленорычажном прессе. Сырец укладывается с помощью автомата-садчика на обжиговые вагонетки, которые с помощью электропередаточной тележки подаются в туннельную

печь. Готовый кирпич также автоматом садчиком укладывается на тележки и подается на склад готовой продукции.

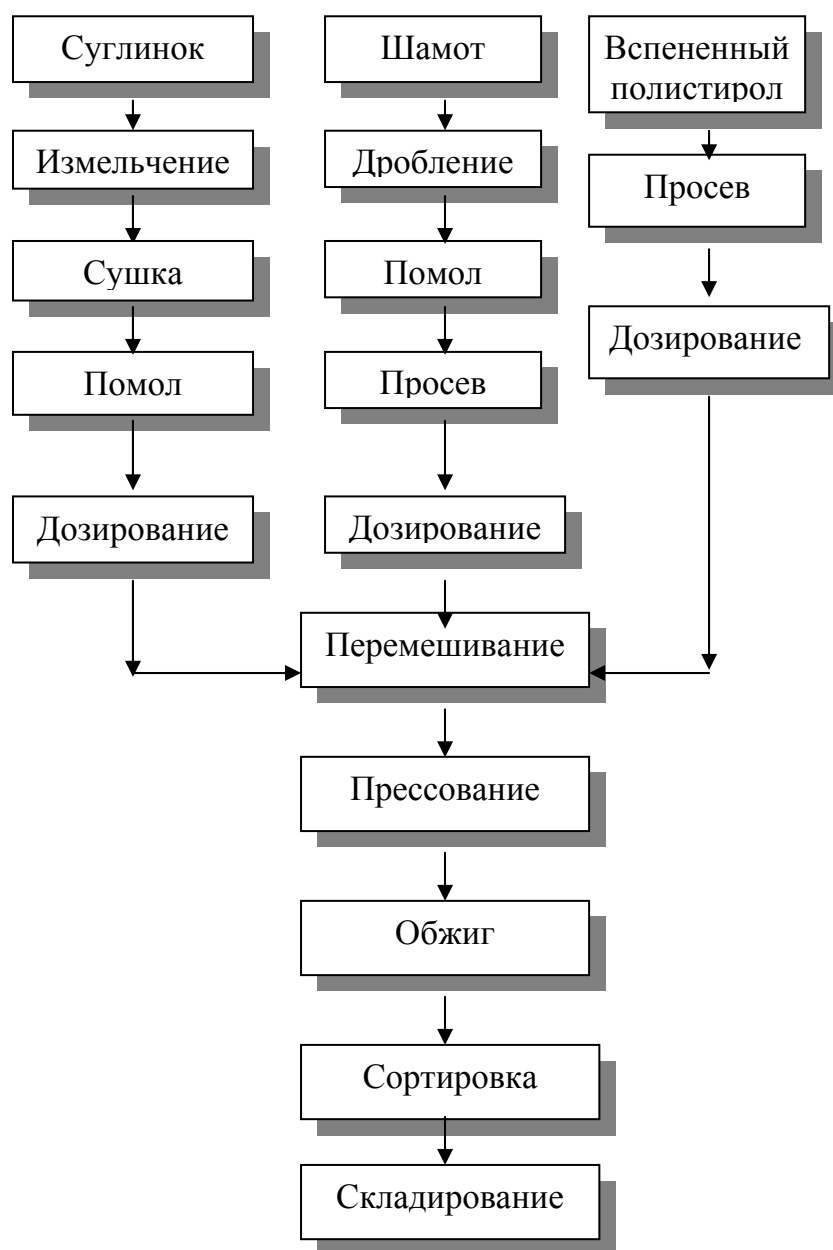


Рисунок 1 – Схема производства ячеистого керамического кирпича

По результатам расчета установлено, что в состав шихты входят сырьевые материалы следующего состава (объем./%): ● суглинок Новокузнецкий 38,82; ● шамот (молотый бой кирпича) 6,02; ● вспененные гранулы полистирола 55,16.

Полученный ячеистый керамический кирпич имеет следующие основные показатели:

● коэффициент теплопроводности  $0,22 \text{ Вт/м } ^\circ\text{C}$ ; ● масса кирпича (250x120x65мм) 2,11 кг; ● средняя плотность  $1080 \text{ кг/м}^3$ ; ● морозостойкость 50 циклов.

Предварительная оценка технико-экономических показателей

производства показывает снижение себестоимости продукции по сравнению с традиционным керамическим кирпичом на 15 – 30 %, что можно объяснить значительным сокращением расходов крупнотоннажных сырьевых материалов, снижением количества глиноперерабатывающего оборудования и уменьшением энергозатрат на сушку и обжиг изделий, несмотря на относительно высокую стоимость полистирольной добавки. Результаты расчета показали, что себестоимость разработанного кирпича составляет 4,4 руб., при цене 8 руб., уровень рентабельности предприятия – 23%, расчетный срок окупаемости затрат на производство составляет 4 года, 2 месяцев, при производительности завода  $\Pi=10$  млн. шт. условного кирпича и устройства линии в готовом здании.

УДК 691.4: 658.567.1

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОБЪЕМНОГО ОКРАШИВАНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ**

**Иванов А.И., Тихонова Е.В., Мацнева А.А., Злобин В.И.  
Научный руководитель: к.т.н., доцент Столбоушкин А.Ю.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Особенностью современного строительства гражданских зданий является возросшая доля применения мелкоштучных стеновых материалов. В связи с этим возросли потребности в выпуске высококачественного облицовочного и декоративного кирпича.

Традиционные подходы в технологии объемноокрашенных керамических материалов достаточно хорошо изучены и апробированы, тем не менее, в России ассортимент выпускаемых декоративных изделий достаточно беден и уступает зарубежным аналогам.

Существует ряд способов получения лицевого керамического кирпича объемного окрашивания: введение в состав шихт добавок тугоплавких светложгущихся глин; использование минеральных добавок (мел, доломит, известняк) и оксидов металлов ( $Fe_2O_3$ ,  $MnO_2$ ,  $Cr_2O_3$ ,  $TiO_2$  и др.); повышение или снижение температуры обжига; изменение окислительной среды обжига на восстановительную. При этом наибольшее распространение в качестве окрашивающих добавок получили двуокись марганца, оксид железа, хромит железа, двуокись титана и др.

Применение чистых оксидов для структурного окрашивания керамического черепка во многом сдерживается их высокой стоимостью, что значительно удорожает производство и снижает конкурентоспособность продукции.

На кафедре архитектуры и строительных материалов Сибирского государственного индустриального университета (г. Новокузнецк)

проводятся исследования по использованию минеральных отходов промышленности для получения объемноокрашенных керамических материалов различной цветовой гаммы.

В настоящей работе представлены исследования влияния добавки отходов обогащения марганцевых и бокситовых руд на структурное окрашивание керамического черепка из суглинистого сырья, типичного для Западной Сибири, и шламистых железорудных отходов Абагурской обогатительно-агломерационной фабрики (АОАФ), расположенной в окрестностях г. Новокузнецка.

На первом этапе исследований в качестве основного компонента керамических шихт был использован новокузнецкий суглинок, относящийся к полукислотному, умереннопластичному, легкоплавкому глинистому сырью гидрослюдисто-монтмориллонитового типа, с низким содержанием крупнозернистых включений. В качестве окрашивающих добавок использовались отходы обогащения марганцевых руд (ОМР) Селезеньского рудника (Кемеровская область, Таштагольский район) и отходы обогащения бокситов (ОБ) Барзасского месторождения (Кемеровский район). Химический состав отходов представлен в таблице 1.

Керамические образцы формовались методом полусухого прессования, диаметром 20 мм и высотой 18–23 мм. Влажность пресс-порошка составляла 8–9 %, давление прессования – 15 МПа, обжиг проводился в лабораторной муфельной печи при температуре 1050 °С. На первом этапе были изготовлены серии образцов на основе суглинка с красящей добавкой из отходов обогащения марганцевых руд в количестве 0, 10, 20, 30, 40 масс. %.

Таблица 1 – Химический состав сырьевых материалов

Наименование	Содержание оксидов в % на сухое вещество									
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	ппп
Суглинок новокузнецкий	59,9	0,9	14,2	4,9	0,2	2,4	4,4	Σ3,8		5,4
Шламистые железо-рудные отходы (ОЖР)	34,99	0,36	8,99	19,69	0,59	11,88	14,97	0,40	0,75	10,90
Отходы обогащения бокситов (ОБ)	14,30	3,49	41,47	18,48	–	0,14	0,23	–	–	20,99

В результате исследования образцов после обжига установлено, что добавка ОМР окрашивает керамический черепок в коричневый цвет от светлых до темных тонов в зависимости от процентного содержания красящей добавки (см. рисунок 1).



1 2 3 4 5

Рисунок 1 – 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 масс. %

Результаты испытаний физико-механических свойств керамических образцов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-механические свойства образцов на основе суглинка

№ п/п образцов	Состав шихты	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение, %	Коэфф. водостойкости	ККК
1	100% суглинка	2,04	45,9	5,4	0,87	22,5
2	90% суглинка 10% ОМР	2,055	39,9	6,6	0,72	19,4
3	80% суглинка 20% ОМР	2,065	35,7	6,4	0,66	17,3
4	70% суглинка 30% ОМР	2,061	33,1	7,0	0,75	16,1
5	60% суглинка 40% ОМР	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 (см. рисунок 2). Таким образом, для обеспечения высокого красящего действия добавки ОМР при сохранении необходимых эксплуатационных свойств керамического черепка, оптимальное содержание отходов составляет 10 – 20 масс. %

На втором этапе исследований в качестве основного компонента керамических шихт была использована шламистая часть отходов обогащения железных руд с корректирующей добавкой новокузнецкого суглинка и стеклобоя (20 – 45 масс. %). В качестве красящего компонента в

составе пресс-порошка использовались отходы ОМР и ОБ.

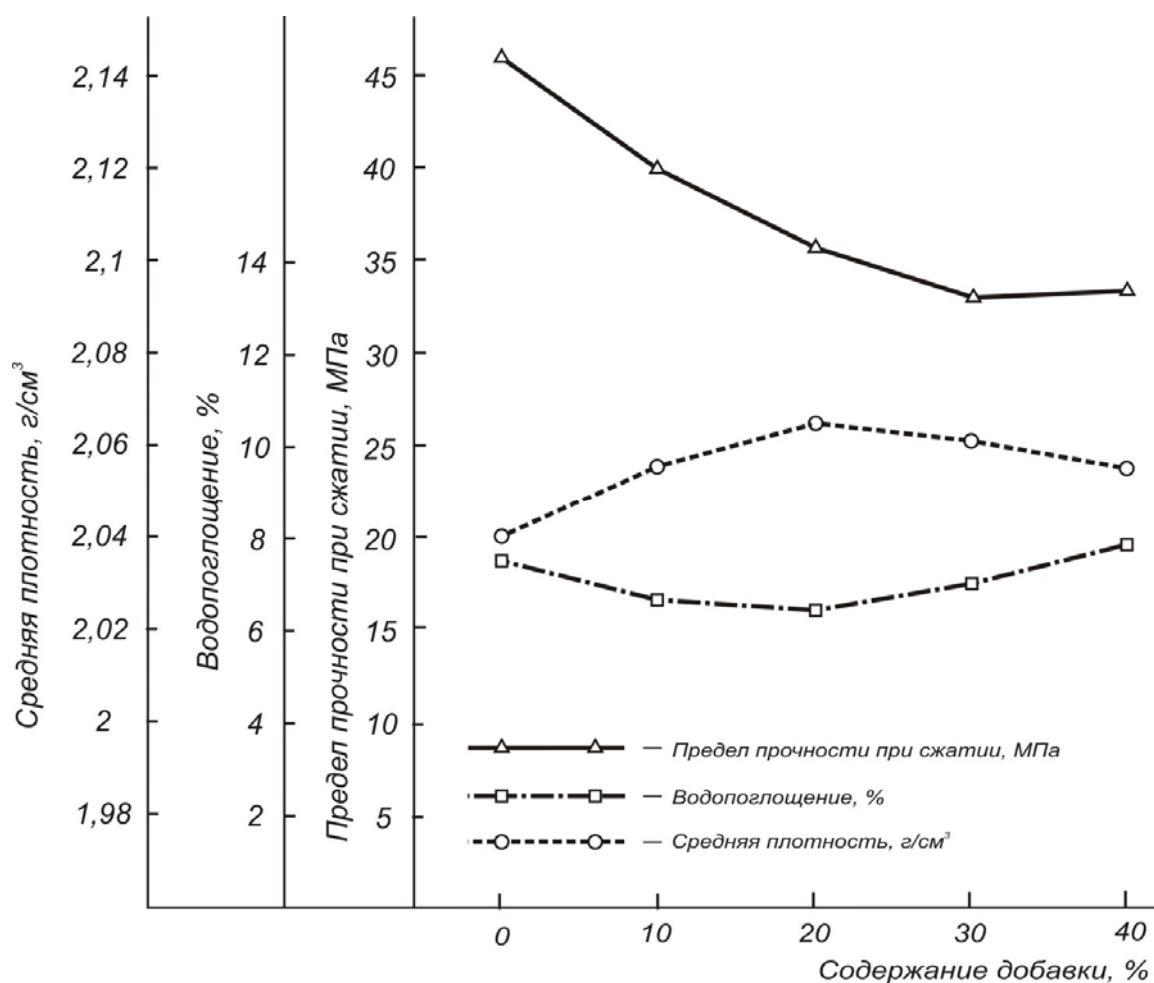


Рисунок 2 – Зависимость физико-механических свойств керамических образцов от содержания добавки отходов обогащения марганцевых руд

Шламистая часть отходов обогащения железных руд имеет полиминеральный состав, в основном представленный хлоритами железистого типа, с небольшим содержанием глинистых смешанослойных образований. Материал тонкодисперсный, малопластичный с низкой чувствительностью к сушке, по огнеупорности относятся к легкоплавкому, по температуре и степени спекания – к высокотемпературному и неспекающемуся сырью.

Прессование и обжиг керамических образцов проводились по параметрам и режимам, аналогичным первому этапу исследований.

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 ОБ окрашивает керамический черепок в красно-розовый цвет.

Результаты испытаний физико-механических свойств керамических образцов на основе шламистых железорудных отходов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-механические свойства образцов на основе железорудных отходов

№ п/п образцов	Состав шихты	Средняя плотность, г/см <sup>3</sup>	Прочность при сжатии, МПа	Водопоглощение, %	Коэфф. водостойкости	ККК
1	55% ОЖР 35% суглинок 10% стеклобой	1,86	15,6	14,8	0,93	8,4
2	55% ОЖР 35% суглинок 5% стеклобой 5% ОМР	1,87	15,9	15,3	0,86	8,5
3	50% ОЖР 20% суглинок 10% стеклобой 10% ОМР	1,91	16,8	14,5	0,88	8,8
4	50% ОЖР 20% суглинок 10% стеклобой 20% ОБ	1,87	15,4	13,2	0,89	8,2

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 (см. рисунок 3). Добавка в состав шихты ОБ в количестве 20 масс. % также не меняет физико-механические свойства образцов, но при этом происходит изменение окраски.

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.

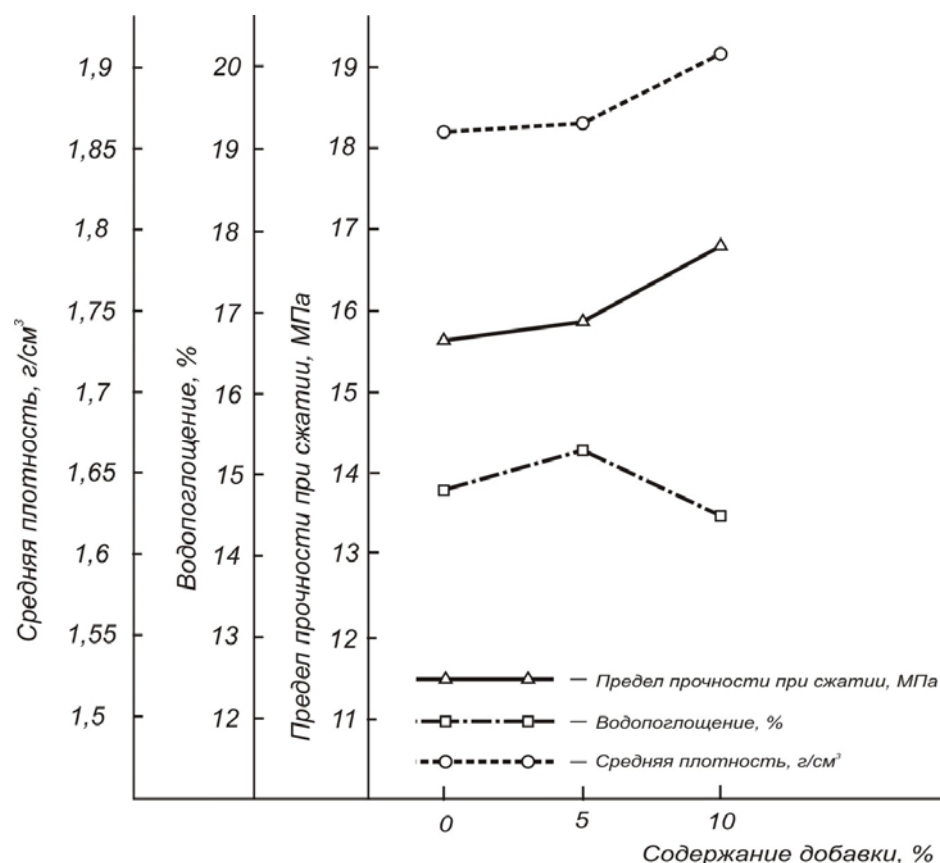


Рисунок 3 – Зависимость физико-механических свойств керамических образцов из шламистых отходов обогащения железных руд от содержания добавки отходов обогащения марганцевых руд

Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования отходов обогащения марганцевых руд и бокситов Барзасского месторождения для объемного окрашивания керамических изделий из различных видов полиминерального сырья и отходов, что предполагает перспективность дальнейших исследований в этой области.

УДК 72

## СОЛОМА КАК СТРОИТЕЛЬНЫЙ МАТЕРИАЛ

Ланге В.Е.

Научный руководитель: профессор Гохман Б.М.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Большая часть населения России и других стран весьма осторожно относится к использованию химических препаратов в еде и питье – консервантов, эмульгаторов, красителей, антиоксидантов, других пищевых добавок. Люди весьма активно протестуют против применения химикатов в сельском хозяйстве. Все дружно ратуют за «экологически чистую»



продукцию, непрерывно говорят об этом.

Может показаться невероятным, но те же самые люди, которые стремятся не впускать «синтетику» в свой обиход, не задумываются над тем, что их жилище в значительной степени представляет собой ту же самую «синтетику», т.е. продукт химической революции.

Те же, кто задумываются над условиями своей жизни, обычно успокаивают себя, что все будет в порядке, если основным материалом дома станет кирпич или древесина, не вызывающие подозрений в силу своей многовековой испытанности. Но они забывают о том, что еще 60—70 лет назад бревно тоньше 40 см в диаметре не использовалось в строительстве жилья из-за больших теплопотерь (а теперь найти и такое бревно — проблема) и что в такой сложной системе, как дом, присутствуют другие материалы, эффект воздействия которых не может быть компенсирован стенами из кирпича или древесины.

Таким образом, видно, что крупномасштабное многоквартирное строительство исчерпывает себя. В настоящее время все больше разговоров идет о экологичном строительстве, однако очевидно, что такое строительство не может быть высотным. А значит пришло время переезжать из своих вредных «хрущевок» в частные экологически чистые дома.

Остается открытым вопрос «А что же такое эти экологически чистые дома?». В настоящее время науке известно много новых экологичных строительных материалов, но мы остановимся на соломе.

Впервые солома как строительный материал была использована в 80-х годах XIX века первопоселенцами штата Небраска США. Не то, чтобы они заботились об экологичности строительства, просто другого материала для возведения домов под рукой не оказалось. Некоторые здания того времени до сих пор стоят на прежних местах, в основном это одноэтажные дома площадью около 70 м<sup>2</sup>. В наше время идея строительства из соломы переживает новое рождение на волне борьбы за сохранение природных ресурсов.

Почему же внимание людей обратил на себя такой несовременный, казалось бы, материал? Если присмотреться – мы увидим целый ряд преимуществ свойственных только для соломы:

➤ Солома - отличный утеплитель. Расчеты показывают, что термическое сопротивление стены из стандартных соломенных тюков толщиной 500 мм, оштукатуренной с двух сторон, в четыре раза превышает нормативное. Соответственно, и теплопотери такого дома значительно ниже, чем в домах со стенами из традиционных материалов. В условиях постоянно повышающихся цен на энергоносители эффект от этого качества стен будет оценен в первую очередь жильцами дома. Более того солома может служить в вашем доме в качестве основного утеплителя, например при устройстве цокольного перекрытия.

➤ По сравнению с традиционными строительными материалами энергозатраты при производстве соломенных тюков практически мизерны.

Здесь речь идет только о расходе горючего при работе пресс-подборщика. А значит стоимость основного строительного материала для таких домов очень низкая.

➤ Небольшой вес тюков и стен в целом не требует при строительстве грузоподъемных механизмов, что делает данную технологию доступной для каждого застройщика в любых, даже самых сложных условиях строительной площадки. Кроме того, из-за того же малого веса соломенных блоков, для строительства не требуется массивный фундамент, что также снижает затраты и упрощает строительство.

➤ Несомненным достоинством соломенных домов является и то, что для их возведения используется ежегодно возобновляемый продукт.

Установлено, что для стен из соломы, оштукатуренных с обеих сторон, характерен даже больший предел огнестойкости, чем для деревянных срубов. Так соломенная стена выдерживает до 45 минут прямого воздействия огня, при этом лишь трескается штукатурка, да кое-где тлеет солома. Следовательно, опасения оппонентов в отношении их пожароопасности не имеют серьезной почвы.

Предупредить загнивание стен из соломы можно, если принять меры по предотвращению поступления влаги как атмосферной (гидроизоляции), так и диффузной (пароизоляции), а при кладке дома использовать тюки из хорошо просушенной соломы. Для большей уверенности не лишним будет обработка тюков антисептиками.

Что касается грызунов, то необходимо использовать для строительства ржаную солому, непривлекательную для них.

Что же собой представляет соломенный блок. Это сухая обмолоченная и хорошо спрессованная солома. Размеры такого блока в среднем составляют 90 см в длину, 45 см в ширину и 35 см в высоту при весе приблизительно 23 кг. На строительной площадке эти блоки укладываются по тому же принципу, что и кирпичи: в перевязку, чтобы швы не совпадали.

В практике строительства домов из соломенных блоков можно выделить два основных подхода. Первый — это использование дополнительного несущего каркаса из дерева (иногда из металла), который заполняется блоками. Второй подход состоит в том, что несущие стены выкладываются непосредственно из соломенных блоков. Выбор техники строительства в основном зависит от конкретных местных условий. Также это может зависеть и от таких факторов, как качество соломенных блоков. Считается, что каркас придает сооружению дополнительную прочность, но практика показывает, что дома, где несущие стены сложены исключительно из соломенных блоков, вполне оправдывают себя, что подтверждается и экспериментами. Преимуществом бескаркасного способа является низкий уровень затрат, а также простота возведения. Но при этом необходимо отметить, что предъявляются дополнительные требования к устройству крыши, и прежде всего это относится к ее весу.

Способ строительства с использованием дополнительного несущего

каркаса имеет преимущество: можно возводить соломенные дома высотой более двух этажей и делать крышу из любого понравившегося материала. С другой стороны, бескаркасный способ строительства является более дешевым, да и прочность такого дома велика.

Стены, сложенные из соломенных блоков, обладают очень важным свойством — легкостью. Поэтому давление на грунт в этом случае будет намного меньше, чем у кирпичных и даже у деревянных стен. Это дает возможность уменьшить трудозатраты, связанные с устройством основания и фундамента, и сделать конструкцию последнего максимально простой. При этом используется значительно меньше строительных материалов, что также положительно отразится на стоимости строительства. Обычно для возведения соломенных домов используют столбчатый или плавающий фундаменты, реже ленточные.

Дома из соломенных блоков просты в возведении, ведь отверстие нужной формы можно вырезать бензопилой, малый вес тюков позволяет уменьшить количество рабочих рук и т.д. Кроме того соломенные дома не уступают традиционным по красоте, ведь снаружи они могут быть обшиты теми же материалами, что и обычные дома и никто даже не заподозрит, что вы живете в доме из соломы. Следует отметить лишь то, что стены такого дома должны быть обязательно оштукатурены сразу же после возведения, это значительно увеличит срок службы вашего дома.



Рисунок 1 – Внутренний вид строящегося дома.



Рисунок 2 – Внешний вид строящегося дома.

Что касается прочности и надежности соломенного дома то самым лучшим доказательством надежности является долговечность существующих построек из соломенных блоков. Самым старым из них, в штате Небраска, около ста лет, и они все еще находятся в отличном состоянии.

Над стенами из соломы был проведен ряд экспериментов. Для этого была сооружена стена из соломенных блоков высотой 2,44 м и длиной 3,66 м, покрытая штукатуркой. Эта стена выдержала без видимых признаков разрушения вертикальное давление в 8 тысяч кг и боковое в 325 кг, что полностью удовлетворяет всем строительным требованиям. Если перевести эти цифры в привычный вид, то получим:

Полезная нагрузка — 220 кг/м<sup>2</sup>.

Снеговые нагрузки — 293 кг/м<sup>2</sup>.

Ветровые нагрузки — 78 кг/м<sup>2</sup>.

Постоянные нагрузки — 234 кг/м<sup>2</sup>.

Результаты экспериментов показывают, что данная техника строительства в полной мере заслуживает доверия. Соломенные дома могли бы сослужить добрую службу в сейсмически активных регионах. Пример этому дом в штате Вайоминг, который абсолютно не пострадал от толчков, тогда как соседние постройки получили повреждения.

Солома представляет собой необычайно доступный и дешевый материал. Для того чтобы вырастить достаточное количество соломы для постройки одного дома площадью 70 м<sup>2</sup>, необходимо от 2 до 4 гектаров земли. При этом используется то, что обычно рассматривается в качестве отходов. Очень часто можно видеть столбы дыма на полях, когда жгут скирды с соломой, и этот дым отнюдь не приносит пользу окружающей среде. По подсчетам калифорнийских экспертов, солома, сжигаемая в этом штате, загрязняет воздух в большей степени, чем все вместе взятые электростанции. Но имеет ли смысл избавляться от того, что может быть успешно использовано? Цена на древесину неуклонно растет и возможно, что через десять лет лишь очень богатые люди смогут позволить себе деревянный дом. Особенно это актуально для степных регионов России, где строительная древесина в основном завозится извне. Зато соломы здесь очень много благодаря тому, что зерновые культуры — это основной предмет сельскохозяйственного производства.

В свете вышеизложенного становится видно, что соломенное строительство уверенно протаптывает себе дорогу в массы. Несмотря на то, что пока такие дома являются в большей степени экспериментами, но как правило, власти, дающее добро на этот эксперимент остаются довольными. Так, например стало известно что новой технологией заинтересовались власти Великобритании. В британском округе Норт Кестивен (графство Линкольншир) начался эксперимент по строительству соломенных домов. Сначала планируется построить шесть соломенных строений. В случае, если дома из соломы докажут свою долговечность, власти округа планируют их массовое строительство - сообщает газета Daily Mail. Эта новость является

показательной, ведь если даже чопорные англичане начали переезжать из своих старых домов, то вскоре соломенные дома завоюют весь мир в образе массового экологически чистого бюджетного жилья.

УДК 726.1

## **КАНОНЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ХРАМА**

**Хохлова И.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Зайцева Л.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

У первых христиан храм назывался «экклезиа» (от греческого глагола «эк-калео», что означает «взываю, созываю собрание»). Именно на этих собраниях совершалось таинство Евхаристии, во время которого хлеб и вино превращаются в Тело и Кровь Христа Спасителя, пришедшего в мир, чтобы, приняв мученическую смерть на кресте, искупить первородный грех и дать человечеству Новый Завет. Этот священный союз человека и Бога воплощен в церковной архитектуре и богослужении.

Комплексы православных храмов в соответствии с функциональным назначением подразделяются на епархиальные центры, духовные миссии, приходские и монастырские комплексы и на храмы в составе комплексов, зданий и сооружений общественного и жилого назначения.

Наиболее распространенным видом храмового комплекса является приходской.

Размеры земельных участков приходских храмовых комплексов, включающих основные здания и сооружения богослужебного и вспомогательного назначения, рекомендуется принимать исходя из удельного показателя -  $7\text{м}^2$  площади участка на единицу вместимости храма.

Территорию храмового комплекса следует подразделять на функциональные зоны:

- входную;
- храмовую;
- вспомогательного назначения;
- хозяйственную.

Во входной зоне следует предусматривать въезд для автотранспорта и вход для прихожан. В этой зоне располагаются киоски и церковные лавки по продаже церковных принадлежностей, места для отдыха прихожан. Входная зона имеет связь с храмовой зоной.

Храмовая зона предназначена для проведения религиозных обрядов, имеет непосредственную связь с входной и вспомогательной зонами. В храмовой зоне предусматривают здания храмов, колоколен и звонниц, часовен, памятников, водосвятных колодцев, площадки для проведения

культурных мероприятий и отдыха прихожан.

Вокруг храма обеспечен круговой обход для прохождения Крестного хода во время церковных праздников шириной от 3 до 5 м с площадками шириной до 6 м перед боковыми входами в храм и напротив алтаря.

Перед главным входом в храм, располагаемым с западной стороны предусмотрена площадь из расчета  $0,2 \text{ м}^2$  на одно место в храме.

Положение храмов определяется церковным требованием ориентации алтаря в восточном направлении с возможным смещением в пределах  $30^\circ$  в связи с градостроительными особенностями размещения участка.

Здания храмов размещают не ближе 3 м от красных линий застройки для организации кругового обхода вокруг храма. При реконструкции и строительстве храмов в районах затесненной городской застройки это расстояние может быть сокращено, но с возможностью организации кругового обхода, вплоть до красных линий застройки с выходом Крестного хода за пределы храмовой территории.

Вспомогательная зона, предназначенная для организации приходской, учебной, благотворительной и иной деятельности, связана с входной и храмовой зоной. В этой зоне размещают церковно-причтовый дом, воскресную школу, богадельню и иные здания и сооружения в соответствии с заданием на проектирование.

Туалетные для прихожан могут быть размещены в отдельно стоящем здании или быть заблокированы с другими вспомогательными зданиями храмового комплекса. Туалетные для священнослужителей должны размещаться отдельно от туалетных общего пользования.

Хозяйственная зона приходского храмового комплекса, предназначенная для размещения хозяйственных сооружений, в том числе складов, мастерских, гаража для автотранспортных средств, площадки для мусоросборника и печного устройства для сжигания поминальных записок, должна иметь удобные подъезды со стороны транспортных магистралей (в том числе для пожарных машин) и быть оборудована стоянкой для грузового и легкового автотранспорта, принадлежащего храму.

Участок приходского храмового комплекса огораживается по всему периметру оградой из декоративных металлических решеток высотой 1,5-2,0 м. Главный вход размещают со стороны подходов и остановок общественного транспорта с ориентацией на вход в храм.

Дороги, площадки и обход вокруг храма должны иметь твердое покрытие с вертикальной планировкой, обеспечивающей сток дождевых вод.

Здание храма предназначено для молитвенного собрания верующих и состоит из трех основных частей: алтаря, средней части, притвора. Оно включает в свой объем также колокольню, трапезную часть, крещальню и несколько приделов.

Высота средней части храма (без барабана и купола) должна соответствовать ее размерам в плане, что связано с символикой храма, при этом притвор и алтарь могут быть меньшей высоты.

Минимальная высота помещений от пола до потолка храмов должна составлять не менее 3 м. На хорах, во вспомогательных помещениях и в подвале высота помещений может быть уменьшена до 2,5 м.

Главный вход в храм располагается с западной стороны. Дополнительные входы могут быть с южной и северной сторон.

Устройство порогов высотой более 2 см в дверных проемах притворов не допускается.

Площадь части храма, где располагаются молящиеся, рекомендуется принимать из расчета минимум 0,25 м<sup>2</sup> на одного человека. Общую площадь храма рекомендуется принимать из расчета от 0,5 до 1 м<sup>2</sup> на единицу вместимости храма без учета солеи с клиросами и алтаря.

Необходимо учитывать, что формы основных элементов храма, его функциональные и декоративные элементы определяются православной традицией и символикой, в том числе:

- завершение храма главой с крестом;
- приподнятость уровня пола храма над уровнем земли и солеи с алтарем над уровнем пола храма;
- округлые формы сводов, арок, куполов, глав, завершений оконных и дверных проемов в каменных храмах или иные повышающиеся к центру формы;
- система организации освещения средней части храма сверху из барабанов глав и проемов в верхней части стен.

Главы в соответствии с православной традицией имеют луковичную форму, а их количество должно быть не менее количества престолов в храме. Глава должна быть увенчана крестом, ориентированным на запад.

В храмах вместимостью до 300 человек устроен один алтарь. Алтарь устраивается на возвышении по отношению к средней части храма на одну или несколько ступеней высотой 0,12- 0,15 м каждая. Входы в алтарь организованы из средней части храма через двери и Царские врата в иконостасе, причем устройство порогов не допускается. Дополнительный выход организован непосредственно наружу.

Строительные и отделочные материалы должны иметь гигиенический сертификат. Согласно православной традиции предпочтение отдают природным материалам, в том числе камню и дереву с учетом их долговечности, акустических свойств и пригодности под последующую роспись.

Нормативные значения равномерно распределенных временных нагрузок на плиты перекрытий, лестницы и полы на грунтах следует принимать равными 400 кгс/м<sup>2</sup>.

Полы в средней части храма выполнены из природного камня, керамики или дерева, допускающих мокрую уборку.

Стены отделаны под последующую роспись известково-песчаной и цементной штукатуркой, а также натуральным камнем, мозаикой и деревом.

Действующие предписания Церкви относительно внутреннего

убранства подчеркивают, что следует стремиться «скорее к простоте, чем к роскоши», к «естественности» декоративных элементов и к тому, чтобы они служили «поучению верующих и соответствовали достоинству святого места». При этом церковь не навязывает архитекторам определенного стиля, предоставляя им свободу выражения творческой мысли. Эту свободу ограничивают лишь функциональные требования и требования обновленной литургии.

УДК 621.74:669.71

## **ПРОЕКТ БЭМО, КАК ВЫХОД ИЗ КРИЗИСА В РАЗВИТИИ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ**

**Назаренко Я.Ю.**

**Научный руководитель: Котляров К.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*



Известно, что гидроэнергетика наиболее экологичный из промышленных способов производства энергии. ГЭС не загрязняют атмосферу выбросами, позволяют экономить уголь, газ, мазут, уран. Гидростанции — это, по сути, вечный двигатель, одновременно позволяющий нам сохранить природу.

Конечно, после первоначального накопления воды в водохранилище происходят определенные изменения в окружающей среде. Но достаточно быстро создается новое экологическое равновесие, на смену одной экосистеме приходит другая.

Богучанская ГЭС — крупнейший объект гидроэнергетического строительства в Восточной Сибири и России. Достройка гидроэлектростанции имеет огромное значение для развития Нижнего Приангарья и Сибирского экономического региона в целом. Более половины электроэнергии, вырабатываемой ГЭС, планируется использовать на строящемся алюминиевом заводе.

В мае 2006 года компании РУСАЛ и «ГидроОГК» (теперь РусГидро) подписали соглашение о сотрудничестве в совместной реализации проекта по созданию Богучанского энерго-металлургического объединения (БЭМО). Проект БЭМО включает в себя завершение строительства Богучанской ГЭС установленной мощностью 3000 МВт на реке Ангаре и сооружение алюминиевого завода мощностью 600 тыс. тонн в год в Красноярском крае. Стоимость проекта оценивается в 3,6 млрд долларов. БоАЗ оснастят электролизерами РА-300. Это передовая разработка Инженерно-



технологического центра Объединенной компании РУСАЛ. Такая технология производства алюминия исключает выбросы вредных веществ. Техничко-экономическое обоснование проекта разработано Всероссийским алюминиево-магниевым институтом в Санкт-Петербурге при участии международной инжиниринговой компании Bechtel.

В состав алюминиевого завода войдут электролизный, литейный, анодный цеха, объекты электроснабжения и инфраструктуры.

Литейный цех Богучанского алюминиевого завода представляет собой каркасное трехпролётное одноэтажное здание. Размеры в плане 96x228 м. Наибольшая высота цеха 23,850 м. Здание оборудовано мостовыми электрическими кранами грузоподъёмностью в пролетах А-Б и Б-В: 50 т, в пролете В-Г 32 т. Режим работы кранов тяжелый: 7К. Устойчивость каркаса в поперечном направлении обеспечивается заземлением колонн в фундаментах.

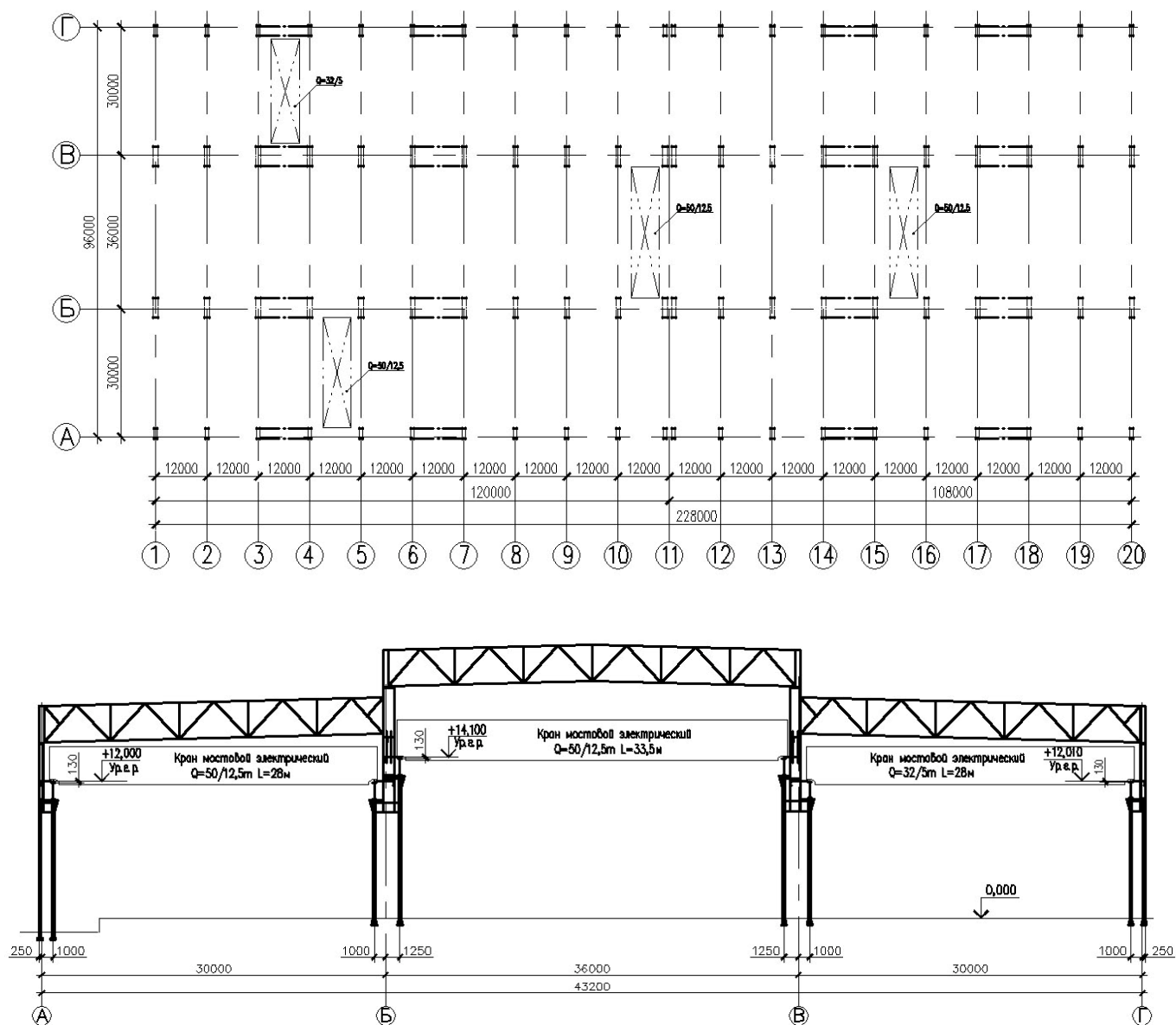


Рисунок 1 – План на отм. 0,000 и поперечный разрез литейного цеха Богучанского алюминиевого завода

Сопряжение стропильных ферм с колоннами – шарнирное. Фундаменты под каркас здания приняты на естественном основании. Устойчивость каркаса в продольном направлении обеспечивается системой вертикальных связей по колоннам. Шаг стропильных ферм 12 м. Конструкции покрытия здания разработаны под утепленную кровлю с уклоном 2,5%. В качестве несущего элемента кровли принят стальной профилированный настил, укладываемый по прогонам. Прогонны располагаются с шагом 3 м и 1,5 м у перепадов и опираются на стропильные фермы в узлах. Колонны каркаса ступенчатые. Надкрановая часть сплошностенчатая сварная; подкрановая - решётчатая.

Производственное здание одноэтажное. Категория взрывопожарной и пожарной опасности «Г». Здание отвечает требованиям IV степени огнестойкости и конструктивной пожарной опасности СО. Для повышения огнестойкости каркаса, несущие колонны защищены двумя слоями ГКЛ со всех сторон. Балки окрашиваем огнезащитным покрытием СГК-2 толщиной покрытия 2,2 мм. Для обеспечения тушения пожара и спасательных работ здание имеет пожарные лестницы. Для перехода с одной кровли на другую предусмотрены пожарные лестницы. В здании установлены секционные ворота. Кровля зданий выполнена с полимерной гидроизоляционной мембраной Loqicroof R2P с утеплителем из негорючих минераловатных плит.

Площадка строительства литейного двора расположена на территории Богучанского алюминиевого завода, находящегося в 8 км юго-восточнее поселка Таежный (железнодорожная станция Карабула) в Красноярском крае.

В настоящий момент на строительной площадке Богучанского алюминиевого завода (БоАЗ) завершились работы по вертикальной планировке. В ходе землеустроительных работ произведены выемка 7,8 млн кубометров и засыпка 4,9 млн кубометров грунта. Подготовлены основания для фундаментов будущих корпусов электролиза, анодного и литейного отделений завода. Также завершено строительство первоочередных объектов, таких как бытовые помещения для рабочих бригад и временные автодороги, построено железнодорожное сообщение с заводом.

На этом строительство завода временно приостановлено. «Русал» и «РусГидро» – инвесторы проекта БЭМО (Богучанского энергометаллургического объединения) – официально подтвердили, что срок пуска Богучанского алюминиевого завода сдвигается на 2012 год. Срок ввода в эксплуатацию Богучанской ГЭС остается неизменным - 2010 год. Об этом заявил журналистам министр внешних связей и инвестиционной политики Красноярского края Сергей Верещагин. Он отметил, что финансирование не приостанавливается. Решение о пересмотре сроков реализации проекта было принято на совещании у вице-премьера Дмитрия Козака 5 февраля, рассказал один из участников совещания. Строительство завода не будет заморожено. В 2009 г. партнеры потратят на завод 3 млрд руб., сказал

Верещагин.

Представитель «РусГидро» подтвердил, что решение о переносе срока запуска алюминиевого завода принято. Причина — неблагоприятная ситуация на рынке алюминия, отметил он. Цена на металл с пиковых летних значений упала почти в 2,5 раза.

Решение о переносе сроков строительства завода логично, считает аналитик Unicredit Securities Марат Габитов. Спрос на этот металл упал, по всему миру закрываются готовые алюминиевые мощности, напоминает он. Так же ОК «Русал» объявила о закрытии в 2009 г. 500 000 т мощностей.

Это объясняется «конъюнктурой на рынке алюминия, когда все усилия производителей алюминия в мире направлены на сокращение действующих мощностей, а ввод новых только усугубит и без того непростую ситуацию».



Проект БЭМО является примером государственно-частного партнерства. Его реализация станет ключевым элементом комплексной программы развития Нижнего Приангарья, которая предполагает также строительство целлюлозно-бумажного комбината, разработку газоконденсатных и железно-рудных месторождений, сооружение железнодорожной ветки и сети автомобильных дорог.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗИ МЕЖДУ ТВЕРДОСТЬЮ МЕТАЛЛА И НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННЫМ СОСТОЯНИЕМ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ**

**Федорович А.В.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Реморов В.Е.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Исследованием связи между твердостью металла и НДС на кафедре «Инженерные конструкции», занимаются около 8 лет. В результате выполненных работ разработана методика оценки распределения твердости на металлических конструкциях, отобраны наиболее перспективные методы обработки и анализа результатов измерения твердости и определены возможные варианты практического использования корреляции между твердостью и НДС для оценки величины и характера распределения напряжений вблизи конструктивных концентраторов, а также дефектов и повреждений и использования полученных результатов распределения твердости для прогнозирования остаточного ресурса конструкции.

Для измерения твердости, осуществляется подготовка исследуемых образцов: производится обработка поверхности, шероховатостью не более 2,5 Ra, мягким карандашом наносится сетка с ячейками 5x5 мм. Линии сетки, перпендикулярные ширине участка разбиения, обозначаются буквами русского алфавита и называются уровнями. Линии, перпендикулярные длине участка разбиения, обозначаются цифрами и называются сечениями. Твердость измеряется в узлах сетки переносными твердомерами: либо механического типа Темп-2, либо, что более перспективно, ультразвуковым Узит-3. Процедура измерения твердости, как на образцах, так и на элементах конструкций соответствует правилам использования прибора, которые изложены в инструкции. Результаты измерения твердости могут быть представлены в виде таблиц, для удобства представления строятся поля одинаковой твердости, наиболее наглядное представление о распределении твердости дают трехмерные диаграммы.

В связи с тем, что для различных марок и состояний стали, зависимость напряжений от деформаций, величина и характер пластического участка диаграммы растяжения различны, то и связь между твердостью металла и НДС необходимо определять для каждой марки стали индивидуально. Для определения связи необходимо провести корреляционный анализ связи и определить уравнения регрессии, которые можно будет использовать для определения напряжений по твердости.

Для этого должны быть испытаны и исследованы два типа стандартных образцов: гладкие – для получения диаграммы растяжения и определения механических характеристик металла, и второй тип образцов с

рабочей частью переменного сечения – чтобы проанализировать корреляцию при известной твердости для как можно более широкого диапазона деформаций (от упругих, упругопластических, вплоть до разрушения).

Испытания должны проводиться не менее чем на трех образцах. Диаграммы, полученные при испытаниях, используются в расчетах, для учета физической нелинейности.

Для этих же образцов необходимо произвести моделирование НДС в соответствующих точках измерения твердости, как в упругой постановке – для тестирования программы, так и с учетом физической нелинейности материала – для точек, где возникает пластическая деформация.

Основная особенность, в том, что конечно-элементное моделирование НДС образцов производилось в ПК ANSYS, так как в то время, других комплексов, учитывающих физическую нелинейность, не существовало. Обладая рядом достоинств, данный программный комплекс имеет существенные ограничения, которые усложняют процесс моделирования и не позволяют широко применять его на практике. Такие как: отсутствие единого интерфейса, необходимость задания пути выполнения операций, отсутствие русифицированной версии программы. Однако в настоящее время появились более перспективные комплексы, учитывающие физическую нелинейность, такие как ПК Лира 9.4, интерфейс которого в настоящее время представляется в виде единой интуитивной графической среды пользователя и обладает рядом других преимуществ.

В связи с этим, целью данной работы является: разработка методики моделирования НДС в ПК Лира 9.4 образцов исследуемых металлов с известным распределением твердости и проведение сравнительного анализа результатов моделирования и оценки связи твердости металла с напряженно деформированным состоянием по данным программных комплексов ANSYS 5.3 и Лира 9.4.

Расчётная схема образца представляет собой пластину жестко закреплённую с одного конца, а к другому концу приложено растягивающее усилие и обеспечено свободное перемещение в направлении действия нагрузки. Для образцов из стали 09Г2С это усилие составило 140 кН, а для образцов из стали СтЗсп – 129 кН.

Целью расчетов являлось получение нормальных напряжений по оси X. Так как распределение напряжений симметрично относительно продольной и поперечной осей образца, то для сравнения результатов использовались данные, полученные для четверти рабочей части образцов.

В тех случаях, когда напряжения не выходят за пределы упругой работы металла, сходимость результатов моделирования в комплексах ANSYS и Лира достаточно высокая – в пределах 1%, а по мере того, как появляются и увеличиваются пластические деформации разница между значениями напряжений достигает максимального значения – 14%. Данная закономерность сохраняется для обеих марок стали.

В менее напряженных сечениях характер распределения напряжений

одинаков, а в сечениях напряжения в которых, превышают предел текучести, наблюдается расхождение в характере распределения напряжений, полученных при использовании ПК ANSYS и ПК Лира.

Для выявления связи между твердостью и напряжениями проведена статистическая обработка полученных данных с доверительной вероятностью 0,95.

Исследования показали, что при использовании линейной корреляции, а так же при некоторых других исследованных видах корреляции, наблюдается достаточно высокая сходимость результатов анализа, поэтому для простоты использования на практике выбрана линейная зависимость. В результате получены уравнения регрессии для каждой марки стали, с коэффициентом корреляции от 0,89 до 0,96.

Таким образом, в результате работы установлено, что с ростом пластических деформаций металла увеличивается расхождение между значениями напряжений, полученными при использовании ПК ANSYS и ПК Лира, что объясняется различием в методах решения нелинейных задач этими программными комплексами.

УДК 624.014.001.7:725.4.055:622

## **РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ УСИЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ГАЛЕРЕИ**

**Зубреева А.В.**

**Научный руководитель: Тагильцев Д.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Обследование зданий и сооружений производится в связи с предполагаемой их реконструкцией, обнаружением дефектов строительных конструкций, вызывающих сомнение в их эксплуатационных качествах, после аварий зданий и сооружений, при возобновлении строительства после длительного перерыва в строительной – монтажных работах.

Основанием к проведению технического обследования служит задание на техническое обследование, в котором указываются: мотивы для производства обследования, цель реконструкции, ориентировочно планируемые полезные нагрузки после реконструкции, существующие полезные нагрузки, планировочные решения и условия эксплуатации после реконструкции.

Было проведено обследование конвейерной галереи предназначенной для размещения одного ленточного конвейера, с помощью которого производится перемещение угля. Размеры сооружения в плане 4,6 x 46,25м.

Галерея состоит из двух пролетов по 18м. Ширина галереи между внутренними гранями стен 3,6 м. В продольном направлении устойчивость

обеспечена жестким закреплением неподвижной опоры у оси 2. А так же жесткими дисками покрытия и перекрытия. В поперечном направлении устойчивость обеспечена вертикальными связями между ветвями опор. Между опорными стойками и ригелями устойчивость обеспечена жесткими рамами, а также жесткими дисками в уровне покрытия и перекрытия пролетного строения.

Опоры галерей представляют собой металлические, шарнирные (плоские) опоры, состоящие из ветвей в виде сварных двутавров с высотой стенки – 500 мм и вертикальных поперечных пространственных связей по ветвям из равнополочных уголков. Металлическая, неподвижная опора у оси 2 представляет собой пространственную башенную конструкцию пирамидальной формы, состоящую из обычной шарнирной опоры и подкоса с соответствующей системой связей из прокатных уголков.

Фермы пролётных строений металлические с параллельными поясами, постоянной высотой 3,3м. Пролёт ферм 18м. Пояса и решетка ферм приняты таврового сечения из спаренных, прокатных, равнополочных уголков. На опорах фермы пролетного строения объединены П – образными рамами со стойками и ригелями двутаврового сечения.

Фундаменты: монолитные железобетонные, столбчатые на естественном основании. Глубина заложения фундаментов 2,5м. Основанием фундаментов служат суглинки светло – коричневые, пылеватые.

Балки покрытия – металлические составного сечения из прокатных двутавров с усилением верхнего пояса листом шириной 200мм. В уровне верхнего пояса балок покрытия предусмотрены тяжи из одиночных, равнополочных, прокатных уголков.

Балки перекрытия в пролётах ферм галереи – металлические из сварных двутавров.

Плиты перекрытия сборные, железобетонные, ребристые размером 1,5х6,0м по серии ИИ–24–1, 2. Сборные, железобетонные, ребристые плиты размером 0,6х 6,0м по серии ИС–01–15, выпуск V.

После выполнения основных этапов обследования производится оценка технического состояния строительных конструкций, которая включает анализ результатов испытаний материалов и конструкций, окончательное определение конструкций и воздействий. Итогом проведенного технического обследования является заключение по результатам обследования здания или сооружения, в котором дается общая оценка эксплуатационного состояния объекта, приводятся рекомендации по дальнейшему его использованию и наблюдению за строительными конструкциями, а также предложения по усилению конструкций.

Дефекты строительных конструкций, вызываемые нарушением технологии изготовления и монтажа конструкций и правил эксплуатации зданий и сооружений. Дефекты могут усложнять условия работы конструкции (вызывая кривой изгиб или косо внецентренное сжатие вместо плоского изгиба или плоского сжатия), увеличивать значение внутренних

сил, снижать несущую способность сечений за счет уменьшения прочности материалов, уменьшение площади поперечного сечения конструкций, возникновение трещин, пустот.

Усиление конструкций производится в связи с выявленными в них дефектами или из-за увеличения нагрузок при предполагаемой реконструкции здания или сооружения. Рекомендации должны содержать предложения по дальнейшим наблюдениям за конструкциями (установка маяков на трещинах, выполнение геодезических работ для выяснения динамического развития деформаций здания).

Результаты проведенного обследования строительных конструкций галереи с оценкой технического состояния сведены в ведомость дефектов и повреждений.

Усиление конструкций производится в связи с выявленными в них дефектами или из-за увеличения нагрузок при предполагаемой реконструкции здания или сооружения.

Перед установкой элементов усиления и наложения сварных швов, металлоконструкцию очищают от грязи, пыли, краски не повреждая основной металл конструкции.

Для приведения конструкций в работоспособное состояние требуется:

1. Уголок, который изогнут на величину 10 и 20мм следует усилить уголками такого же сечения, а именно 100х8мм.

2. Полка стойки скручена на величину до 10мм; усилена установкой листов по обе стороны от полки.

3. При разрушении накладки для дальнейшей эксплуатации, требуется установить новую накладку, предварительно срезав болты, удалив старые швы, зачистив поверхность.

4. Если отсутствуют болты, либо сварные швы требуется заварить шов и заменить болты.

5. В полки стойки обнаружено отверстие 35х35, усилить полку путем наложения накладки 80х100мм, на длине 670 мм.

6. Когда полка уголка смалкована на величину до 30 мм на длине 100 мм, для ее усиления требуется приварить лист длиной 400мм.

Кроме дефектов и повреждений, включенных в ведомости, следует отметить:

– отсутствие контргаек в большинстве болтовых соединений узлов крепления металлоконструкций покрытия, перекрытия, в узлах опирания ферм на опоры. Данное несоответствие нормативным требованием не снижает несущую способность узлов, поэтому оценивается как работоспособное, при условии постоянного контроля за болтовыми соединениями;

– поверхностную коррозию металлоконструкций галереи в связи с разрушением защитного лакокрасочного покрытия;

– уровень планировочной отметки ниже обреза фундамента на 50÷100 мм, что не соответствует проекту (верхний обрез фундамента должен



быть на 300 мм выше планировочной отметки). В связи с этим элементы базы опор и анкерные болты подвержены коррозии;

– на момент обследования площадка застройки фабрики отнесена к сейсмической территории (8 баллов), против 6 баллов на момент проектирования.

После выполнения всех этапов усиления необходимо выполнять следующие условия для продолжения безопасной эксплуатации:

– конструкции оцененные как ограниченно работоспособные осматривать не менее 1 раза в квартал.

Заказчику рекомендуется проводить геодезическую съёмку вертикальности опор галереи не реже чем раз в пять лет. Работы производить в безветренную и несолнечную погоду. Согласно требованиям опоры галереи не должны иметь, каких-либо вертикальных отклонений.

УДК 728.37:693.28

## **БЛОКИРОВАННЫЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ ЖИЛЫЕ ДОМА В НОВОКУЗНЕЦКОМ РАЙОНЕ**

**Ершов К.А.**

**Научный руководитель: Зайцева Л.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Индивидуальному жилищному строительству в национальном проекте Российской Федерации делается особенный акцент. К его развитию подталкивают как субъективные, так и объективные факторы. Люди сами стремятся жить в собственном доме – все опросы населения показывают, что абсолютное большинство людей (около 80%) хотели бы жить в пригороде. Кроме того, строительство индивидуального жилья в большинстве случаев обходится значительно дешевле, чем многоэтажная застройка.

Самой большой проблемой до недавнего времени оставалось то, что этим вопросом никто не занимался, и генеральные планы российских городов просто не предусматривали инженерного оснащения площадей под индивидуальное строительство. В результате сейчас люди сталкиваются с проблемой выделения земель под малоэтажную застройку, отсутствием инфраструктуры и транспортных коммуникаций.

На сегодняшний день в России уже реализуется несколько масштабных проектов малоэтажной застройки территорий.

Для стимулирования малоэтажного жилищного строительства предлагается на комплексной основе регламентировать отношения, возникающие как при осуществлении объединениями граждан малоэтажной жилищной застройки территорий, так и по управлению такими территориями. В частности, будут определены дополнительные

организационно-правовые формы некоммерческих объединений граждан, участвующих в малоэтажном строительстве, а также правовые, экономические и организационные основы деятельности таких объединений.

Кроме того, определяются формы содействия органов государственной власти и местного самоуправления инициативам граждан по малоэтажному строительству, а также особенности создания жилищных некоммерческих объединений граждан с помощью органов государственной власти и местного самоуправления.

На этапе современного развития жилищного строительства новое строительство ведется после перевода земель из сельскохозяйственного использования в земли поселений. При этом наиболее часто встречающийся разрешенный вид использования – индивидуального жилищного строительства.

Таким образом, среди нового «немногоэтажного» строительства преобладают коттеджные, усадебные поселки, поселки таунхаусов (блокированные жилые дома) или смешанная застройка указанных типов.

Для покупателя привлекательность приобретения отдельного (или блокированного) собственного дома с пусть и не большим, в случае с таунхаусами, но личным земельным участком, гораздо выше нежели приобретение дома без земли.

Блокированный индивидуальный жилой дом (или таунхаус) представляет собой комплекс малоэтажных комфортабельных домов, совмещённых друг с другом боковыми стенками. Каждый из таких домов имеет свой вход, иногда гараж и небольшой палисадник.

Таунхаусы появились в XIX веке в Англии. В переводе с английского, слово обозначает «дом в городе». Изначально этим термином называли городскую резиденцию представителя аристократии, — такие дома могли стоять отдельно, но в большинстве случаев они были встроены в ряд примыкающих друг к другу домов. Вследствие этого довольно трудно было различить, например, скромные таун-хаусы мелкой аристократии и рядовую застройку британской высшей буржуазии, так как архитектурно они представляли собой одно и то же. После Первой мировой войны британские таунхаусы, как таковые, исчезли: они стали обычными комплексами квартир.

В Россию термин пришёл из США. В начале XXI века в России, прежде всего в Московской области, наблюдается «коттеджный бум», активно строятся и таунхаусы. Поселки таунхаусов зачастую возводятся на бывших колхозных полях, в непосредственной близости от автомагистралей, вдали от крупных населённых пунктов.



Рисунок 1 – Район Лоренсвилля в Питсбурге (США)

Проектируемый блокированный индивидуальный жилой дом имеет размер в плане 47 м × 16 м. Основные шаги: продольных стен – 6,6 м, 4,4 м, 2,2 м, 2 м, поперечных стен – 3,6 и 4,2 м.

Внутренняя грань наружных поперечных и продольных несущих стен имеет привязку 200 мм с поперечными и продольными разбивочными осями соответственно.

Здание состоит из шести трехэтажных ячеек или квартир.

На первом этаже расположены индивидуальный гараж на одно машино-место, гостевая уборная, кухня-столовая, тамбур, прихожая, лестница, – высота этажа 3,3 м. На втором этаже расположены 3 спальни и ванная комната. Высота этажа 3,3 м. Площадь застройки дома 752 м<sup>2</sup>.

Все типы комнат имеют удобное функциональное зонирование. Помещения ячейки делятся на две зоны: дневная и ночная. «Дневная» включает в себя помещение прихожей, гостиной, кухне – столовой. «Ночная» зона состоит из помещений спален и сан. узла. Предусмотрены два входа блок дома.

Сообщение между этажами осуществляется с помощью лестничных клеток. Лестницы запроектированы из сборных железобетонных элементов.

Решение фасадов предусмотрено с применением оштукатуренной поверхности, цоколь облицован керамической плиткой «под камень», стропильная кровля из профнастила.

Выбор объемно-планировочного решения осуществляем на основе климатических и технологических условий. При проектировании учитываем влияние на стеновое ограждение таких факторов как температура наружного воздуха, ветер, влажность.

Высота каждого этажа и мансарды здания 3,3 м. На первом этаже

располагается: гараж (23 м<sup>2</sup>), прихожая (4,83 м<sup>2</sup>), кухня-столовая (36,7 м<sup>2</sup>), гардеробная (2,4 м<sup>2</sup>), и санузел (2,24 м<sup>2</sup>); на втором этаже: три спальни (13,5 м<sup>2</sup>, 23,5 м<sup>2</sup> и 23,7 м<sup>2</sup>); на мансарде: холл (45 м<sup>2</sup>), бильярдная (35,7 м<sup>2</sup>). Общая площадь ячейки 212,33 м<sup>2</sup>. Жилая площадь 64,89 м<sup>2</sup>. Вспомогательная площадь 147,44 м<sup>2</sup>.

Однако, экономический кризис сделал свои коррективы в данном виде строительства. Таунхаусы эконом–класса оказались наиболее устойчивыми к ударам кризиса. За прошедшие полгода цены на таунхаусы эконом–класса снизились меньше, чем на другие форматы недвижимости, поскольку изначально их стоимость не была завышенной, и сильно падать в цене им просто некуда. Замороженных проектов в этом сегменте нет. Дело в том, что до кризиса в сегменте эконом–класса доходность всегда была ниже, чем в бизнес–классе или в элитных проектах. Поэтому за реализацию недорогих проектов брались только крупные компании с большим запасом прочности, у которых не было цели выжать из проекта как можно больше денег и как можно скорее.

Тем не менее, за период кризиса рынок таунхаусов эконом–класса трансформировался в рынок покупателя: застройщики готовы обсуждать наиболее удобные для клиента условия покупки: предоставлять рассрочки, разрабатывать индивидуальные графики сроков и форм выплат.

УДК 624.012.4.001.4:725.4.055:629.4

## **ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ ЦЕХА РЕМОНТА ПОДВИЖНОГО СОСТАВА С РАЗРАБОТКОЙ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ИХ ДАЛЬНЕЙШЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

**Федотова Е.П.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Астахова Л.И.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Обследование – комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих эксплуатационное состояние, пригодность и работоспособность объектов обследования и определяющих возможность их дальнейшей эксплуатации или необходимость восстановления или усиления.

Сохранение прочностных, деформативных характеристик конструкций и эксплуатационного состояния здания в целом, повышение надежности и долговечности являются наиболее актуальными проблемами технической эксплуатации зданий и сооружений. Переоценить при этом комплекс мероприятий по обследованию, оценке технического состояния сложно.

Целью настоящей работы является обследование и оценка

технического состояния строительных конструкций цеха ремонта подвижного состава с разработкой рекомендаций по их дальнейшей безопасной эксплуатации.

При этом необходимо решить следующие задачи:

Выполнить оценку соответствия существующих конструкций здания проектному решению.

1. Изучить техническое состояние несущих конструкций здания с выявлением дефектов и выполнить необходимые обмерные работы.

2. Определить физико-механические характеристики материалов конструкций.

3. Определить величины эксплуатационных нагрузок.

4. Выполнить проверочные расчеты несущих конструкций и узлов, находящихся в неудовлетворительном техническом состоянии.

5. Разработать рекомендации по дальнейшей эксплуатации строительных конструкций здания.

Здание цеха ремонта подвижного состава (ЦРПС) состоит из нескольких объемов и отделений, имеющих различное конструктивное решение, высоту, этажность, а так же разное время постройки.

Отделение ремонта локомотивов (оси А-Б, ряды 13-32) представляет собой одноэтажное, однопролетное, отапливаемое здание пролетом 21 м и длиной 104 м. Высота до низа несущих конструкций покрытия 10,4 м. Здание оборудовано двумя мостовыми кранами среднего режима работы грузоподъемностью в рядах 13-20 – 10 т и в рядах 20-32 – 20 т. Каркас представлен поперечными рамами с шагом 6 и 5 м, стойками которых являются железобетонные колонны, ригели рамы стропильные металлические фермы. Фермы выполнены двускатными с высотой в коньке 3м и на опоре 1,9м. Верхний и нижний пояс ферм, а так же решетка выполнены из спаренных прокатных уголков. По фермам уложены железобетонные ребристые плиты размером 1,5×6 м, высота ребра 300мм. В каркасе отделения ремонта локомотивов применены унифицированные, сборные железобетонные колонны общей высотой 10,2м и высотой надкрановой части 3240мм.

Стеновое ограждение выполнено как из кирпичной кладки, так и из керамзитобетонных панелей. Кровля здания теплая рулонная.

При обследовании железобетонных конструкций выявлены следующие отклонения:

– замачивание и разрушение защитного слоя бетона с коррозией арматуры;

– коррозия «выщелачивания» бетона.

Характерным дефектом стенового ограждения, является разрушение кирпичной кладки в результате замачивания.

При обследовании стальных конструкций здания ЦРПС был выявлен ряд отклонений:

– для элементов связей покрытия это отсутствие предусмотренных

болтов, незатянутые болты;

- в ряде стыков элементов связей по колоннам ослаблено сечение;
- стальные конструкции покрытия подвержены коррозии.

Наиболее ответственная конструкция - стропильная ферма - выполнена с существенными отклонениями от норм проектирования. Поскольку проектная документация на здание не сохранилась, нет возможности оценки качества проекта ферм.

По фактическому состоянию:

- не обеспечена соосность элементов поясов ферм;
- элементы решётки в поясах расцентрованы;
- не обеспечены необходимые зазоры между сварными швами;
- присутствуют сварные швы по торцам элементов решётки;
- часть стержней фермы деформированы (искривлены), чаще всего из плоскости фермы, часть элементов ферм имеют местные погнутости – дефекты, которые возникли в результате механических воздействий в процессе эксплуатации или монтажа.

Прочность бетона определялась неразрушающим методом ударного импульса с использованием прибора ИПС – МГ4. По результатам определения прочности по точкам выполнено статическая обработка и таким образом была определена фактическая прочность бетона конструкций колонн, плит покрытия, кирпичных стен.

Так как не сохранилась проектная документация на здание, нет сертификатов на сталь, применённую в покрытиях, то согласно гл. 20 [СНиП 2.01.07–85\*] и п.8.4 [СП 13-102-2003] прочностные характеристики фактически определяются испытанием образцов на растяжение, ударную вязкость, химический анализ. Согласно п. 20.4. допускается не производить испытания металла конструкций, предназначенных для эксплуатации, при напряжениях до 165 МПа ( $1700 \text{ кгс/см}^2$ ) и расчетных температурах выше минус  $40^\circ\text{C}$  – для конструкций группы 4. Расчетные сопротивления проката, для металла конструкций в случаях, когда идентифицировать сталь не удалось, - по минимальному результату испытаний;  $\gamma_m=1,1$ ;  $R_y$  не должно быть больше  $21 \text{ кН/см}^2$ .

Определение нагрузок на здание производилось в соответствии с действующей нормативно-технической документацией. Нагрузки от веса несущих и ограждающих конструкций по результатам обмеров, фактический вес оборудования по паспортам, постоянные нагрузки от покрытия уточняются вскрытием кровли на участках.

Расчёт каркаса здания на программном комплексе «Лира 9.2» показал, что не обеспечена несущая способность:

- Железобетонных ребристые плиты покрытия,
- Нижнего растянутого пояса и первого от опоры растянутого раскоса в осях А-Б.

Причиной этого является измененная в соответствии со СНиПом

2.01.07–85\* снеговая нагрузка для г. Междуреченска (расчётное значение)  $q_{\text{снег}}=480 \text{ кг/м}^2$ . Ориентированно, на момент проектирования здания она составляла  $250 \text{ кг/м}^2$ . т.е. произошло увеличение снеговой нагрузки приблизительно в 2 раза.

Усиление элементов ферм выполнено способом увеличения сечения при этом, необходимые требования по усилению:

- При усилении стропильных ферм путем увеличения сечений стержней следует стремиться к сохранению центровки в узлах ферм;
- Элементы усиления растянутых стержней заводят на фасонки на длину, достаточную для передачи воспринимаемой ими части усилия.

Усиление сварных швов в узлах крепления стержней стропильных ферм выполняем с использованием дополнительных фасонок.

При этом в связи с тем, что фактический уровень нагружения от постоянной нагрузки составляет 0,82, а здание относится ко II классу конструкций, где это значение не должно превышать 0,4, то необходима предварительная разгрузка конструкций.

В связи с высоким уровнем нагруженности, работы по усилению ферм производить только после удаления существующей кровли (кроме плит покрытия) и полном отсутствии временной нагрузки на покрытии в осях А-Б рядах 13-20.

В заключении, хотелось сказать, что в настоящее время объёмы реконструктивных работ в нашей стране очень велики и необходим профессиональный подход к проведению обследования конструкций.

УДК 624.014:725.42:622

## **ОБСЛЕДОВАНИЕ, ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И УСИЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ ГИДРОЦЕХА ОАО «ШАХТА БОЛЬШЕВИК»**

**Гатауллин М.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Яковлев С.К.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В настоящее время наблюдается следующая тенденция в области строительства: новых объектов и комплексов строится очень мало, и на первый план выходят вопросы оценки технического состояния и остаточного ресурса эксплуатируемых объектов. Для этого необходимо проведение обследования, целью которого является проверка соответствия материала конструкций проекту и условиям эксплуатации. Особенно важна эта проверка для конструкций, работающих в жестких условиях: при низких температурах окружающей среды, при динамических нагрузках, когда возможно хрупкое разрушение конструкции, опасное своей внезапностью и

непредсказуемостью.

При обследовании изучается проектная документация, уточняются конструкции отдельных узлов, определяется характер армирования железобетонных элементов, исследуется степень поражения материала конструкций коррозией, анализируются причины образования трещин и механических повреждений.

Обследование проводится в три этапа:

- сбор и изучение технической документации обобщение сведений по строительству и эксплуатации здания;
- обследование несущих и ограждающих конструкций наземной части здания;
- обследование фундаментов и грунтов основания.

При ознакомлении с технической документацией изучаются исполнительные рабочие чертежи здания, акты на скрытые работы, заключения комиссий по результатам ранее произведенных обследований, данные геологических изысканий. Особое внимание уделяется сведениям по технической эксплуатации здания: присутствию вибрационных технологических нагрузок, агрессивным воздействиям, случаям промораживания грунта в основании фундаментов, подтоплениям подвальных помещений атмосферными, грунтовыми или техническими водами и пр.

Обследование наземной части здания, как правило, начинается с оценки соответствия объемно-планировочных и конструктивных решений здания в натуре исходному проекту. При этом проверяются важнейшие размеры конструктивной схемы: длина пролетов, размеры сечения несущих конструкций, высота этажей и пр. Диагностика состояния конструкций обычно производится с использованием нескольких методов: визуально, простейшими механическими инструментами, приборами неразрушающего контроля, лабораторным натурными испытаниями.

В задачу визуального осмотра входит оценка физического состояния отдельных конструктивных элементов и здания в целом. Осмотру подлежат все несущие и ограждающие конструкции здания: кровля, стропила, перекрытия, стены и фундаменты. Особо тщательно обследуются узлы сопряжения элементов, длина опирания и качество сварных соединений. По результатам визуального осмотра составляется карта дефектов и оценивается степень физического износа конструкций. Помогают в этом и специальные таблицы, разработанные Госгражданстроем.

В процессе визуального осмотра выявляются конструктивные элементы, несущая способность которых вызывает опасение. К ним относятся: железобетонные конструкции с опасными нормальными и наклонными трещинами, следами коррозии арматуры; каменные конструкции с трещинами и глубокими повреждениями кладки.

При осмотре стен устанавливаются дефектные зоны, снижающие теплозащиту и прочность стенового ограждения. В панельных зданиях особо



тщательно обследуются стыки стеновых панелей, из-за неудовлетворительной герметизации которых часто происходит промерзание стен, а также возрастает их водопроницаемость и продуваемость. К особо опасным повреждениям относятся трещины, которые образуются в результате неравномерной осадки фундаментов и перегрузки. Участки стен с серьезными повреждениями обследуются инструментально приборами неразрушающего контроля, а при необходимости отбираются пробы материала стен для испытания в лабораторных условиях. По результатам испытаний и проверочных расчетов уточняется физический износ стен, и оцениваются их эксплуатационные качества.

При осмотре колонн обращается внимание на состоянии поверхностей, выявляются участки механических повреждений мостовыми кранами, перемещаемым грузом и автотранспортом, фиксируются имеющиеся трещины и анализируются причины их образования. Трещины могут свидетельствовать о коррозии арматуры в бетоне, потере местной устойчивости сжатых стержней (при редком шаге поперечной арматуры), перегрузке колонн и т.п.

При осмотре перекрытий первоначально оценивается общее состояние их элементов (балок и настила), а затем - состояние полов. Те из элементов, где обнаружены большие прогибы, трещины или следы коррозии материала, подвергаются более глубокому обследованию. Одновременно уточняется длина площадки опирания элементов на поддерживающую конструкцию (консоли колонн, стены, ригели) и корректируется расчетная схема.

При осмотре покрытия основное внимание обращается на состояние несущих конструкций: стропильных ферм, балок и плит настила. Кроме того, обследуются кровля и утеплитель. Обнаруженные следы протечек кровли, зоны переувлажненного утеплителя и разрыва водоизоляционного ковра заносятся на карту дефектов кровли. Увеличение нагрузки от водонасыщенного утеплителя учитывается в проверочном расчете прочности покрытия, а снижение теплозащитных свойств утеплителя - в теплотехническом расчете.

Целью инструментального обследования зданий является получение количественных данных о состоянии несущих и ограждающих конструкций: деформациях, прочности, трещинообразовании и влажности.

Здание гидроцеха ОАО «Шахты «Большевик» построено хозспособом и введено в эксплуатацию в 1989 году. Состоит из 14 помещений, отличающихся конструктивными решениями и различными функциональными назначениями.

В результате обследования строительных конструкций здания гидроцеха установлено, что фактические конструктивные решения здания имеют следующие несоответствия требованиям нормативных документов, действующих в настоящее время:

- крепление рельсов к подкрановым балкам выполнено

металлическими накладками на сварке или на сварке без накладок. При сварных соединениях рельсов и подкрановых балок, «рихтовка» рельсов невозможна. Нормами рекомендуется для крепления рельсов использовать крючья или болтовые соединения, выполняемые с шагом 0,6-0,75 м;

- крепление подкрановых балок к опорным столикам и консолям колонн выполнено на сварке, а не на болтах;

- в токарном, складском и производственном помещениях отсутствуют вертикальные связи между стойками крановых путей в продольном направлении здания;

- отсутствуют поперечные ребра жесткости на опорах подкрановых балок во всех помещениях гидроцеха, а также в металлических продольных балках на участках опирания стропильных конструкций покрытия в токарном и складском помещениях гидроцеха.

В результате обследования выявлены следующие дефекты и повреждения строительных конструкций здания гидроцеха:

- в помещении гидравлики крайняя сборная железобетонная плита покрытия имеет прогиб  $f \approx 150$  мм, что почти в 2 раза превышает предельно допустимый прогиб для данной плиты  $f_{ult} = 12000/150 = 80$  мм. Вероятной причиной недопустимого прогиба плиты является недостаточное предварительное напряжение арматуры ребер плиты при заводском изготовлении. Техническое состояние плиты – ограниченно работоспособное;

- в производственном помещении на металлической стойке металлический опорный столик под опорой стропильной железобетонной балки полностью деформирован.



Причиной повреждения опорного столика из 2-х двутавров №30 является ошибочное конструирование столика – не обеспечена совместная работа стенок двутавров, отсутствуют поперечные ребра и т.д. Техническое состояние опорного узла, стропильной железобетонной балки и примыкающего к балке участка покрытия помещения – неработоспособное;

- на металлической стойке металлический опорный столик под опорой стропильной железобетонной балки частично деформирован в плоскости балки ( $f \approx 50-70$  мм). Техническое состояние опорного узла, стропильной железобетонной балки и примыкающего к балке участка покрытия помещения – неработоспособное;

- на металлических стойках металлические опорные столики под опорами стропильных железобетонных балок частично деформированы в плоскости балок ( $f \approx 20-30$  мм). Техническое состояние опорных узлов,

стропильных железобетонных балок и примыкающих к балкам участков покрытия помещения – неработоспособное;

– отсутствует сварка в узлах верхнем и нижнем подкоса стойки В узлах установлено только по одному конструктивному болту, которые не затянуты и выполнены сварочные прихватки. Техническое состояние подкоса – неработоспособное.

По конструктивному решению здание гидроцеха построено и принято в эксплуатацию в несейсмическом исполнении, которое соответствует району строительства с сейсмичностью 6 баллов. В то же время район строительства, где находится здание, в соответствии с картами ОСР-97 (СНиП II-7-81\*) в зависимости от ответственности объекта может иметь расчетную сейсмичность 7 баллов (5 – 10%) или 8 баллов (1% вероятности превышения сейсмической интенсивности в течение 50 лет).

Для дальнейшей нормальной эксплуатации строительных конструкций здания гидроцеха необходимо выполнить следующий комплекс ремонтных работ:

– разработать проект и выполнить замену конструкций покрытия складского помещения. Выполняется демонтаж железобетонных плит и балок покрытия, а также металлических опорных столиков на стойках помещения и производится замена плит на новое покрытие из монопанелей типа «сэндвич» с профлистом;

– разработать проект и выполнить усиление крайней сборной железобетонной плиты покрытия в помещении гидравлики гидроцеха;

– разработать проект и установить вертикальные связи между стойками крановых путей в токарном, складском и производственном помещениях гидроцеха;

– разработать проект и установить ребра жесткости на опорах подкрановых балок во всех помещениях гидроцеха с кран-балками, а также в металлических продольных балках на участках опирания стропильных конструкций покрытия (плит или балок) в токарном и складском помещениях гидроцеха;

– разработать проект и выполнить крепление рельсов к подкрановым балкам накладками на болтах.

Выявленные дефекты и повреждения строительных конструкций – результат естественного старения материалов под воздействием атмосферных осадков и технологического процесса производства, а так же результат ошибочных конструктивных решений.

## КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ИЗГИБАЕМЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ

Дырочкина И.Н.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Реморов В.Е.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В инженерной практике часто встречаются сооружения или их элементы, имеющие особенности конструкции, в результате которых возникает концентрация напряжений. Такими особенностями, например, являются изломы геометрии границ сооружения, отверстия и полости, места соединения элементов друг с другом и с основанием сооружения. Задачи по определению НДС таких сооружений или их элементов не могут быть решены методами, разработанными в сопротивлении материалов и строительной механике стержневых систем, или решаются этими методами с большой погрешностью.

Расчетным путем значения напряжений в зонах концентрации могут быть получены методом конечных элементов. Данный метод в настоящее время реализован в большом количестве различных программных комплексов, что дает возможность его широкого применения при определении НДС конструкций.

В феврале 2008 года при обследовании мостового крана с поворотной тележкой и жестким подвесом гидротраверсы в Среднесортном цехе ОАО «ЗСМК» были обнаружены три трещины основного металла верхнего пояса в середине пролета одной из главных балок (см. рисунок 1).

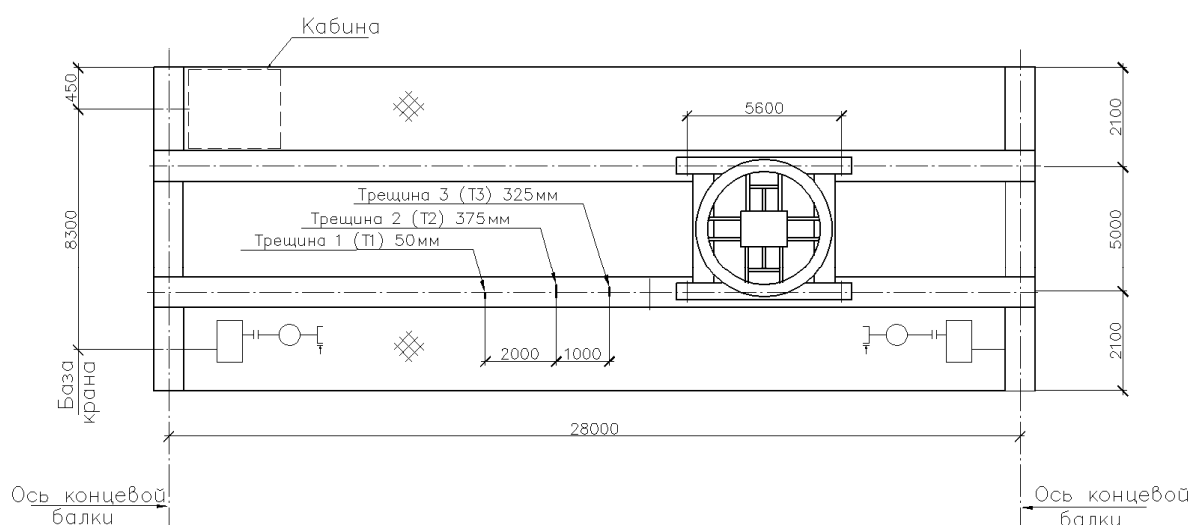


Рисунок 1 – Схема мостового крана с трещинами

Появление трещин в сжатом поясе может быть связано с тем, что он

находится под влиянием двух изгибающих моментов:

- Первый – общий изгибающий момент главной балки мостового крана. Расчетной схемой является балка на двух опорах;

- Второй – изгибающий момент, возникающий в результате местного воздействия колеса на рельс, при котором верхний пояс балки вместе с диафрагмами жесткости работают как неразрезная многопролетная многократно статически неопределимая балка.

Для установления конкретной причины возникновения трещины проведен расчет методом конечных элементов.

Расчет производился в ПК Лира 9.4 при полноразмерном моделировании главной балки мостового крана с использованием объемных конечных элементов и экспериментальным подбором их размеров, в зонах конструкции, представляющих наибольший интерес с точки зрения анализа работы. В опорных узлах модели задано шарнирное опирание. Конечным элементам модели балки присвоены жесткостные характеристики соответствующие материалу конструкции.

Нагрузками на рассчитываемую балку являются:

Постоянная равномерно распределенная нагрузка от собственного веса балки и веса площадок с настилом. Нагрузка от ходовых колес тележки.

Максимальное давление колеса грузовой тележки на рельс составляет 11,8 т.

Расчет произведен по двум схемам загрузки нагрузкой от ходовых колес тележки:

- первая схема загрузки, которая является основной и при которой действует максимальный пролетный момент;

- вторая схема загрузки, при которой действует максимальная поперечная сила.

Известно, что для получения максимального изгибающего момента нагрузка на балку прикладывается по правилу Винклера, но учитывая особенность поставленной задачи, положение нагрузки определяли путем предварительного моделирования. В результате произошло смещение положения нагрузки относительно правила Винклера на 200 мм.

Нагрузка от колеса тележки задается равномерно распределенной, приложенной к верхнему поясу балки по площадке, размеры которой приняты расчетно.

В результате расчета получено распределение нормальных напряжений по длине балки от действия пролетного момента, максимальная величина которых составляет: для первой расчетной схемы 67 МПа, для второй расчетной схемы – 37 МПа.

При первой схеме загрузки в зоне приложения нагрузки получены максимальные сжимающие напряжения равные 245 МПа, по мере приближения к узлу сопряжения верхнего пояса с диафрагмой напряжения переходят в растягивающие и достигают максимальной величины 312 МПа (см. рисунок 2).

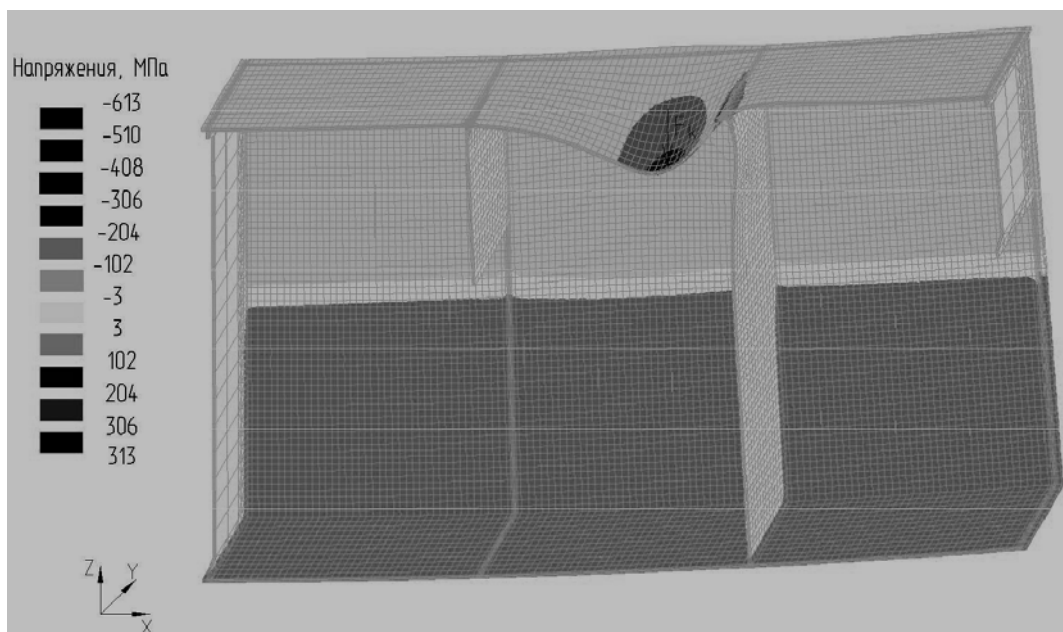


Рисунок 2 – Распределение нормальных напряжений вдоль оси X при первой схеме загрузки

Оказываемое влияние местного изгибающего момента на смежные отсеки минимально.

При второй схеме загрузки, где влияние пролетного момента минимально, в зоне приложения нагрузки действуют максимальные сжимающие напряжения равные 183 МПа, по мере приближения к узлу сопряжения верхнего пояса с диафрагмой напряжения переходят в растягивающие и достигают максимальной величины 368 МПа (см. рисунок 3).

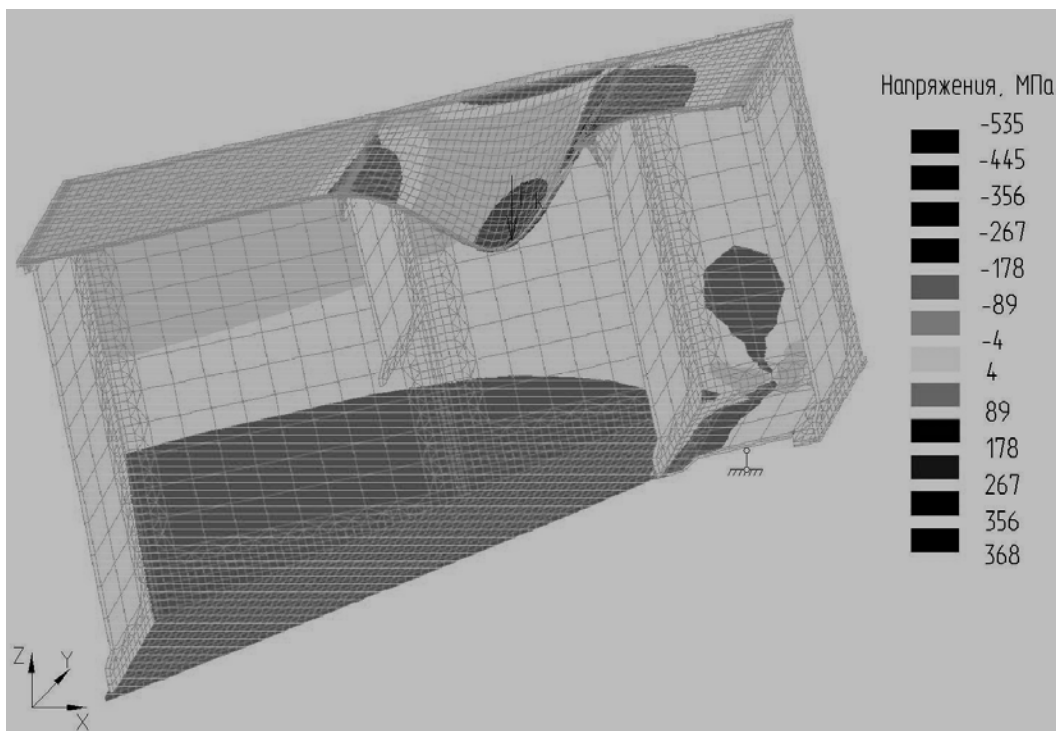


Рисунок 3 – Распределение нормальных напряжений вдоль оси X при второй схеме загрузки

По ширине балки максимальные растягивающие напряжения действуют по середине верхнего пояса, при приближении к стенкам балки переходят в сжимающие величина которых составляет для первой расчетной схемы 93 МПа; для второй расчетной схемы 15 МПа.

При второй схеме загрузки, получены напряжения, превышающие предел текучести, для рассматриваемой марки стали 09Г2С равный 325 МПа, на участке верхнего пояса, размеры которого: по длине балки – 20 мм, по ширине балки 125 мм. При первой расчетной схеме растягивающие напряжения ниже предела текучести на 4%.

Растягивающие напряжения превышающие предел текучести распространяются на глубину до 1,5 мм. Максимальные сжимающие напряжения получены в нижних волокнах пояса и достигают 613 МПа при первой и 535 МПа при второй расчетных схемах.

Таким образом, в результате конечно-элементного анализа НДС главной балки мостового крана установлено, что в сжатом поясе возникают местные растягивающие напряжения, которые, если при этом еще учесть циклический характер нагрузений, вполне могут оказаться причиной появления трещин в сжатом поясе после определенного времени работы конструкции.

Появление трещины должно усложнить НДС верхнего пояса в зоне повреждения. В связи с этим, в данной работе, также методом конечно-элементного моделирования было изучено НДС рассчитываемого сечения балки при наличии трещины. Размеры и направление трещины соответствуют результатам обследования. Расчет производился по схеме загрузки, соответствующей максимальному пролетному моменту.

Распределение нормальных напряжений по длине балки с трещиной, аналогично распределению нормальных напряжений по длине балки без трещины.

Максимальные растягивающие напряжения в верхних волокнах пояса в зоне примыкания диафрагмы: без трещины – 312 МПа, с трещиной – 316 МПа. Максимальные сжимающие напряжения получены в нижних волокнах пояса и достигают 712 МПа.

Таким образом, в результате проведенной работы, установлена причина появления трещин в сжатом поясе главной балки мостового крана. При возникновении трещин происходит перераспределение напряжений, при котором по концам трещины значения растягивающих напряжений возрастает, что значительно усложняет НДС участка балки с трещиной, сокращает эксплуатационный период конструкции.

Полученные в данной работе результаты конечно-элементного анализа рекомендуется учитывать в практике проведения обследований главных балок мостовых кранов.

## **УСИЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ ЦТО**

**Логинов А.А.**

**Научный руководитель: доцент Матвеев А.А.**

*ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет»  
г. Новокузнецк*

В нашей стране эксплуатируется более 100 млн. тонн металлических конструкций в зданиях различного назначения, построенных еще в прошлом веке. Со временем происходит физический и моральный износ конструкций.

Наибольший объем, и разнообразие форм металлических конструкций приходится на производственные здания. Для этих зданий характерны более интенсивный физический и моральный износ, что объясняется более сложными условиями эксплуатации и высокими темпами совершенствования промышленных технологий.

При длительной эксплуатации зданий происходит потеря надежности конструкций в результате механических, температурных и агрессивных воздействий.

Решение о возможности эксплуатации конструкций и необходимости их усиления принимают в результате оценки технического состояния.

На основании результатов обследований и проверочных расчетов конструкций дают оценку их технического состояния. Эта оценка должна определить возможность дальнейшей эксплуатации конструкции, необходимость проведения мероприятий по ремонту и повышению их несущей способности.

Учет фактического состояния конструкций и условий эксплуатации позволяет установить менее жесткие ограничения смещений и гибкости элементов сохраняемых конструкций, чем для новых. При этом основным критерием является возможность нормальной эксплуатации конструкций в конкретных условиях.

Различают три типа состояния здания, а также отдельных конструктивных узлов и элементов:

работоспособное – несмотря на имеющиеся отступления от норм, государственных стандартов и технической документации, нормальная эксплуатация конструкций обеспечивается в конкретных условиях рассматриваемого здания;

ограниченно работоспособное – для обеспечения функционирования конструкций необходимо проведение специальных (допустимых условиями эксплуатации) мероприятий по контролю за состоянием конструкций, параметрами технологического процесса, нагрузками или другими условиями эксплуатации (возможно с ограничением продолжительности функционирования);

неработоспособное (недопустимое) – существующее или прогнозируемое по расчету состояние конструкций является одним из



предельных состояний и без усиления конструкции не могут быть допущены к эксплуатации.

Если конструкции не соответствуют эксплуатационным требованиям, разрабатывают проект их усиления.

Применительно к стальным конструкциям наиболее просто решаются вопросы усиления, технического перевооружения и реконструкции. С помощью сварки можно легко прикрепить к элементам существующего каркаса новое технологическое оборудование, при необходимости усилив эти элементы.

Опорный столик представляет собой металлическую пластину толщиной 30 мм приваренную к полке колонны. Поэтому опорные узлы крепления балок перекрытия к колоннам по всем рядам на отм. +15,500 м находятся в аварийном состоянии, так как, вследствие воздействия технологических нагрузок, ослабления болтов и с течением времени, образовались зазоры шириной до 20 мм между колонной и балкой. Для усиления узла крепления балки перекрытия на колонну привариваем дополнительный опорный столик в виде трех стальных пластин (см. рис. 1).

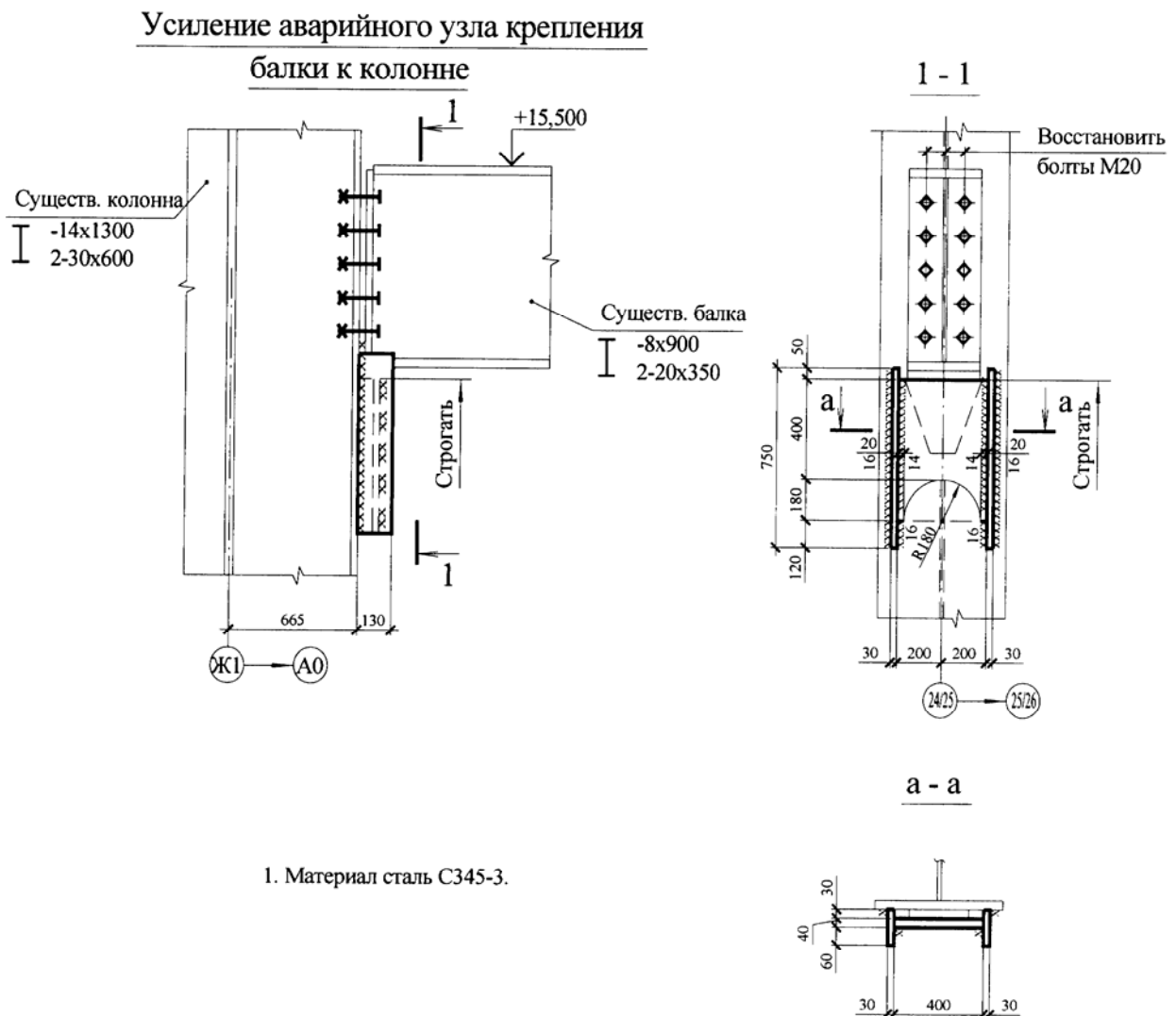


Рисунок 1 – Усиление аварийного узла крепления балки к колонне.

Для усиления элемента колонны по ряду Ж, оси 24/25 на отм. +30,500 м., который является наиболее нагруженным, рассматривалось несколько вариантов увеличения сечения колонны. Так, например, предлагалось к стенке колонны приварить два тавра 20КТ2, площадью сечения  $105 \text{ см}^2$ . Однако в процессе проверки получившегося сечения на действующие нагрузки было выявлено, что усиленная часть сечения не работает совместно с исходной частью. Поэтому было разработано сечение коробчатого типа, которое способно воспринимать действующие нагрузки на данном участке колонны. Между полками колонны привариваем стальные пластины параллельно стенке колонны на всю высоту этажа размерами  $470 \times 12 \text{ мм}$ . Сварку производим электродами типа Э42 (см рис 2).

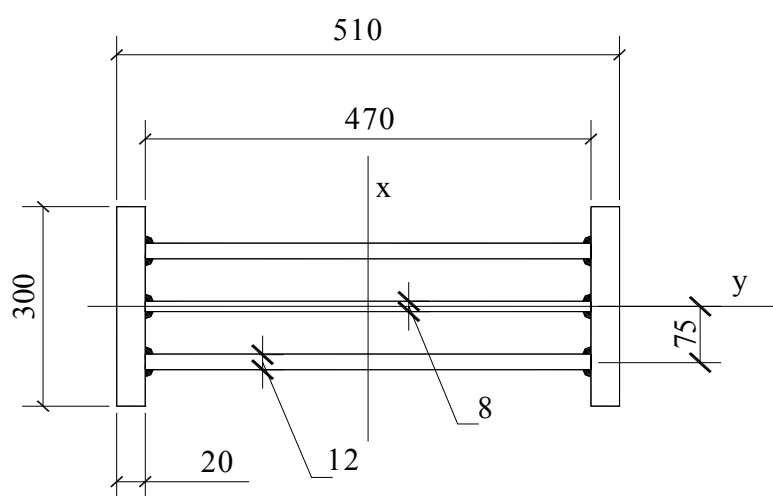


Рисунок 2 – Усиленное сечение колонны.

Проект усиления стальных конструкций разрабатывается с учетом заключения о техническом состоянии эксплуатируемых конструкций, составленный по результатам их обследования и выполненных проверочных расчетов.

У строительных конструкций, имеющих дефекты и повреждения, снижена несущая способность. Дефекты и повреждения строительных конструкций – результат естественного старения материалов и механического повреждения под воздействием атмосферных осадков и технологического процесса производства.

Дальнейшая эксплуатация несущих конструкций возможна при выполнении соответствующих ремонтов и усилений и при организации систематического контроля за состоянием строительных конструкций зданий и своевременного устранения повреждений и дефектов.

**ОБСЛЕДОВАНИЕ, ОЦЕНКА ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНОВАНИЯ И  
УСИЛЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ЗДАНИЯ АБК И  
МАТЕРИАЛЬНОГО СКЛАДА ОАО ШАХТЫ «БОЛЬШЕВИК»  
В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ**

**Мамедов А.О.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Яковлев С.К.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В настоящее время достаточно часто разрабатываются проекты усиления несущих конструкций (фундаментов, балок и усиление перекрытий), находящихся в аварийном состоянии. Причины усиления могут быть самыми разными: проектные ошибки, некачественное выполнение строительно-монтажных работ, потеря несущей способности конструкций, связанная с износом, изменение функционального назначения зданий, этажности и других причин. Отличия при выполнении проекта реконструкции в том, что проектировщик ограничен существующим объемно-планировочным решением здания, состоянием его несущих и ограждающих конструкций. Своевременное проведение обследования здания и устранение выявленных дефектов позволяет значительно увеличить срок эксплуатации и замедлить процессы разрушения. Обследование здания позволяет устранять причины возникновения дефектов вместо дорогостоящей борьбы со следствиями.

По зданию АБК администрацией шахты была поставлена узкая задача – установить причину образования и раскрытия трещин в стенах второго корпуса здания в осях Е – 4.

Здание АБК ОАО «Шахта Большевик» построено хозспособом и принято в эксплуатацию в 1984 году. Здание имеет сложную конфигурацию в плане и состоит из нескольких частей (корпусов).

Фундаменты здания под кирпичными стенами железобетонные ленточные монолитные или сборные (на разных участках), под металлическими колоннами – монолитные железобетонные отдельно стоящие. С конструктивной точки зрения здание АБК имеет нерегулярную структуру: вертикальными несущими конструкциями являются или кирпичные стены толщиной 380 мм и 510 мм, или металлические колонны из 2-х швеллеров №30 (оштукатуренные по металлической сетке), или металлические колонны из труб диаметром 384 мм. На металлические колонны опираются металлические балки из двух швеллеров №40 (балки также оштукатурены по металлической сетке). Перекрытие и покрытие здания выполнены из сборных железобетонных пустотных плит шириной 1,2 м и 1,5 м ( $h = 220$  мм), опирающихся или на кирпичные стены, или на металлические балки. Полы в здании бетонные или деревянные. Кровля

здания, утепленная с гидроизоляцией из нескольких слоев рубероида на битумной мастике.



В результате обследования установлено, что причиной образования трещин является осадка торцевой части корпуса из-за замачивания грунта под фундаментами протечками из рядом расположенных канализационных труб, идущих от мойки к канализационному колодцу. Имеющиеся повреждения отмостки у стен корпуса приводили к дополнительному замачиванию грунта атмосферными осадками.

Для предотвращения дальнейших осадок корпуса необходимо выполнить следующие мероприятия:

- заменить канализационные трубы на участке у корпуса;
- выполнить ремонт отмостки по периметру корпуса с обеспечением от стен здания;
- систематически убирать снег вокруг здания АБК.

Здание материального склада построенохозспособом и введено в эксплуатацию в 1984 году. Здание в осях 1 – 10 одноэтажное однопролетное прямоугольной формы с размерами в плане 12,66х54 м (рис. 1). Отметка низа стропильных балок +6,094 м. В осях 10 – 11 здание двухэтажное с размерами в плане 12,66х6 м

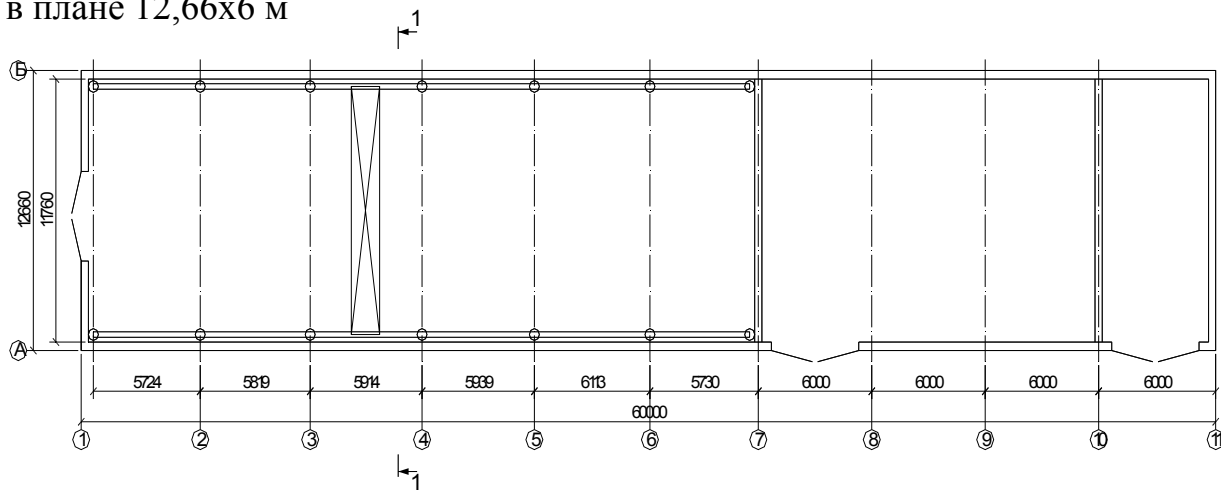


Рисунок 1 – План здания материального склада

Фундаменты здания ленточные монолитные железобетонные.

Стены здания несущие из бетонных стеновых блоков толщиной 400-450 мм со вставками из кирпича. По верхним стеновым блокам выполнен монолитный железобетонный пояс.

Несущими стропильными конструкциями являются сборные железобетонные двутавровые балки пролетом 12 м, установленные с шагом 6 метров. Балки опираются на монолитный железобетонный пояс. На стропильные балки уложены сборные железобетонные плиты покрытия 1,5х6 м высотой 300 мм.

В осях 1 – 7 здание оборудовано электрической кран-балкой грузоподъемностью  $Q=5$  т. Подкрановые балки - металлические неразрезные из прокатных двутавров №30Б2 ( $b=140$  мм). Подкрановые балки установлены на консоли колонн на отм. +4,626 м. Железнодорожные рельсы Р65 крепятся к верхнему поясу подкрановых балок на болтах.

Колонны выполнены из металлических труб диаметром 384 мм с толщиной стенки  $\delta=7,6-13,7$  мм. Полы здания бетонные утрамбованные по грунту.

Оценка технического состояния конструкций здания выполнялась на основании результатов комплекса работ:

- визуальный осмотр конструкций;
- обмерные работы;
- определение прочностных характеристик материалов;
- проверочные расчеты конструкций.

В результате обследования выявлены такие характерные дефекты и повреждения строительных конструкций здания как отсутствие вертикальных связей по колоннам подкрановых путей, редкое расположение (через 3-4 метра) болтов крепления рельсов к подкрановым балкам и ряд других.

В результате проверочных расчетов установлено:

- не обеспечена несущая способность и пригодность нормальной эксплуатации сборных железобетонных плит покрытия здания;
- не обеспечена общая устойчивость подкрановых балок.

Для обеспечения дальнейшей нормальной эксплуатации покрытия здания предлагаются 2 варианта ремонтных работ:

I вариант – усиление плит покрытия шпренгельными затяжками;

II вариант – замена плит покрытия монопанелями типа «сэндвич» с профлистом.

Монопанели типа «сэндвич» с профлистом изготавливаются ООО «Кузнецкий завод легких конструкций» (г. Новокузнецк).

По I-му варианту частично разбирается кровля, устанавливаются шпренгельные затяжки и кровля вновь восстанавливается.

По II-му варианту выполняется следующий порядок работ:

- демонтируются сборные железобетонные плиты покрытия и стропильные балки раскрепляются между собой временными монтажными

распорками;

- по верхнему поясу стропильных балок устанавливаются металлические прогоны и привариваются компьютер закладным деталям балок;

- на прогоны укладываются монопанели и через прижимные планки крепятся к прогонам самонарезающими винтами (шаг винтов 400мм);

- заделываются торцевые стыки монопанелей минераловатным утеплителем и лентой;

- по верху монопанелей укладывается профлист и крепится компьютер прижимной планке самонарезающими винтами;

- устанавливаются фасонные элементы и герметизируются стыки профлистов.

Выбор варианта ремонтных работ по покрытию здания материального склада будет выполняться администрацией ОАО «Шахты Большевик» исходя из стоимости вариантов, наличия специализированных бригад рабочих и трудоемкости работ.

Разработанные чертежи усиления строительных конструкций послужат основой для разработки проекта усиления конструкций здания материального склада ООО «Плюс – 4 Стройсвязь». Рекомендации по зданию АБК и проекта усиления конструкций здания материального склада будут переданы ОАО «Шахте Большевик» г. Новокузнецка.

УДК 725.4.011.262:699.841:004.42

## **ИЗУЧЕНИЕ ВОПРОСОВ АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Мартынова А.А.**

**Научный руководитель: доцент Валкнер Э.И.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

На современном этапе информационные технологии позволяют изучить вопросы проектирования и работы конструкций на более высоком уровне.

С этой целью выполнена работа показывающая набор средств, программного обеспечения и нормативно-технической литературы для решения проблемы изучения вопросов работы, архитектурно-конструктивного проектирования конструкций зданий в сейсмических районах для студентов любой формы обучения.

Для этого по учебной и нормативной литературе, а также существующим на сегодняшний день типовым сериям был изучен данный

вопрос.

Выбран наиболее подходящий и легкодоступный программный продукт - MICROSOFT POWER POINT, и в соответствии с поставленной задачей были созданы базы данных:

Текстовые и звуковые файлы, а также файлы рисунков и чертежей, в виде слайдов для демонстрации на экране с помощью проектора.

В содержание работы включены следующие разделы:

1) Раздел «Основные понятия и принципы проектирования» содержит общие данные по вопросу проектирования одноэтажных промышленных зданий, обеспечивающие эффективное сейсмостойкое строительство.



Рисунок 1 – Слайды к разделу «Основные понятия и принципы проектирования»

2) В разделе «Сейсмическое районирование» представлен комплект карт общего сейсмического районирования территории РФ для определения интенсивности сейсмических воздействий в зависимости от степени сейсмической опасности на трех уровнях (А, В, С).

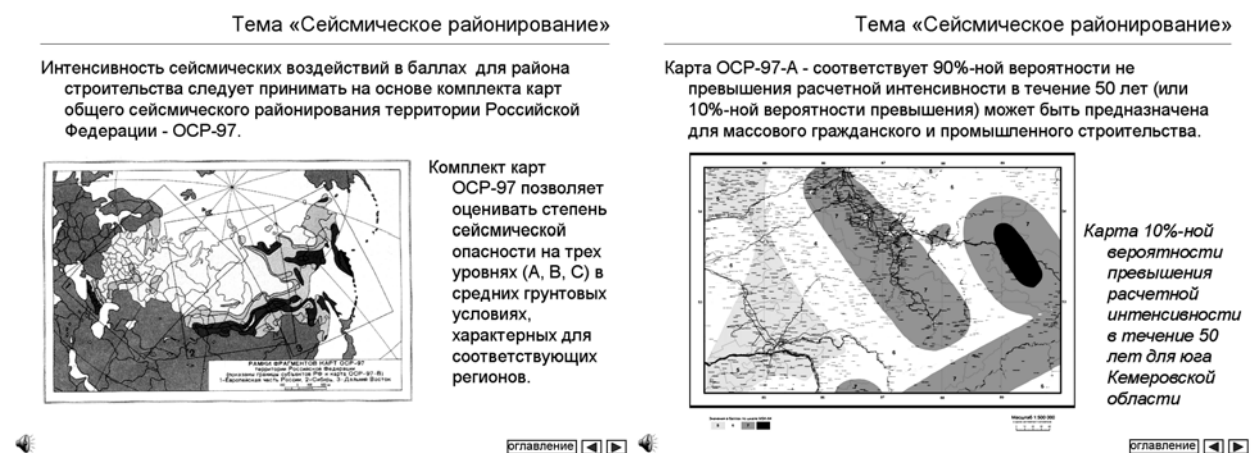


Рисунок 2 – Слайды к разделу «Сейсмическое районирование»

3) В разделе «Влияние грунтовых условий на сейсмичность площадки

строительства» представлена таблица для определения сейсмичности площадки строительства, которая может меняться в большую или меньшую сторону в зависимости от категории грунта. Используется данная таблица при отсутствии карт сейсмического микрорайонирования.

**Тема «Влияние грунтовых условий на сейсмичность площадки строительства»**

В зависимости от состава поверхностного слоя земли, гидрогеологических условий, сейсмичность площадки строительства может меняться в большую или меньшую сторону.

В ходе колебательного процесса грунта при сейсмическом воздействии его физико-механические характеристики меняются. Изменение этих свойств грунтов *необходимо учитывать при расчете* оснований и фундаментов, а также при определении сейсмичности площадки строительства.

Площадки строительства с крутизной склонов более 15°, близостью плоскостей сбросов, сильной нарушенностью пород физико-геологическими процессами, просадочностью грунтов, осыпями, обвалами, плывунами, оползнями, карстом, горными выработками, селями являются *неблагоприятными в сейсмическом отношении*.

При необходимости строительства зданий и сооружений на таких площадках следует принимать дополнительные меры к укреплению их оснований и усилению конструкций.

[главление] [←] [→]

**Тема «Влияние грунтовых условий на сейсмичность площадки строительства»**

При отсутствии карты сейсмического микрорайонирования, допускается определять сейсмичность площадки строительства согласно табл.1.

Категория групп по сейсмическим свойствам	Группы	Сейсмичность площадки строительства при сейсмичности района, баллы		
		7	8	9
I	Скальные грунты всех видов (в том числе вечномёрзлые и вечномерзлые оттаявшие) неветревшие и слабоветревшие; крупнообломочные грунты плотные маловлажные из магматических пород содержащие до 30% песчано-глинистого заполнителя; выветревшие и сильновыветревшие скальные и нескальные твердомёрзлые (вечномерзлые) грунты при температуре минус 2°C и ниже при строительстве и эксплуатации по принципу I (сохранение грунтов основания в мерзлом состоянии)	6	7	8

[главление] [←] [→]

Рисунок 3 – Слайды к разделу «Влияние грунтовых условий на сейсмичность площадки строительства»

4) Раздел «Измерение силы и воздействий землетрясений» содержит информацию об оценке и сравнении землетрясений, для чего используются шкала магнитуд и шкала интенсивности.

**Тема «Измерение силы и воздействий землетрясений»**

Магнитуда землетрясения — безразмерная величина, характеризующая энергию, выделившуюся при землетрясении в виде сейсмических волн.

Магнитуда характеризует землетрясение как цельное, глобальное событие и не является показателем интенсивности землетрясения, ощущаемой в конкретной точке на поверхности Земли. Интенсивность землетрясения, измеряемая в баллах, не только сильно зависит от расстояния до очага; в зависимости от глубины центра и типа горных пород сила землетрясений с одинаковой магнитудой может различаться на 2—3 балла.

**МАГНИТУДА ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ**

1 т (1 триллион эквиваленте)    32 т    1 кт    32 кт    1 Мг    32 Мг    1 Гг    32 Гг

Мощный взрыв динамита    Бомба в Хиросиме (13 килотонны)    Землетрясение в Сан-Франциско (1000 мегатонны)    Землетрясение в Чили (32 гигатонны)

[главление] [←] [→]

**Тема «Измерение силы и воздействий землетрясений»**

Для оценки и сравнения землетрясений используются шкала магнитуд и шкала интенсивности.

Шкала магнитуд различает землетрясения по величине магнитуды, которая является относительной энергетической характеристикой землетрясения. Существует несколько магнитуд и соответственно *магнитудных шкал*:

- локальная магнитуда (ML);
- магнитуда, определяемая по поверхностным волнам (Ms);
- магнитуда, определяемая по объемным волнам (mb);
- моментная магнитуда (Mw).

Наиболее популярной шкалой для оценки энергии землетрясений является локальная шкала магнитуд Рихтера. По этой шкале возрастанию магнитуды на единицу соответствует 32-кратное увеличение освобожденной сейсмической энергии. Землетрясение с магнитудой 2 едва ощутимо, тогда как магнитуда 7 отвечает нижней границе разрушительных землетрясений, охватывающих большие территории.

[главление] [←] [→]

Рисунок 4 – Слайды к разделу «Измерение силы и воздействий землетрясений»

5) В разделе «Рекомендации по проектированию каркасов зданий» изложены основные особенности проектирования конструкций здания, выбор конструктивной схемы и других мероприятий по обеспечению пространственной жесткости.



- В каркасных зданиях конструкцией, воспринимающей горизонтальную сейсмическую нагрузку, может служить: *каркас, каркас с вертикальными связями и диафрагмами жесткости.*
- Каркасы одноэтажных производственных зданий в поперечном направлении рекомендуется проектировать по конструктивной схеме в виде стоек, заземленных в фундаментах и шарнирно сопряженных с ригелями покрытия.
- В зданиях со стальным каркасом с высотами большими, чем предусмотрено унифицированными габаритными схемами, сопряжения колонн с ригелями покрытия рекомендуется выполнять в виде жестких рамных узлов с целью ограничения деформаций от сейсмических нагрузок.
- В продольном направлении каркасы могут проектироваться по той же конструктивной схеме, как и в поперечном направлении, или по схеме с установкой стальных связей между стойками.



Каркас одноэтажного промышленного здания из легких металлоконструкций

Рисунок 5 – Слайды к разделу «Рекомендации по проектированию каркасов зданий»

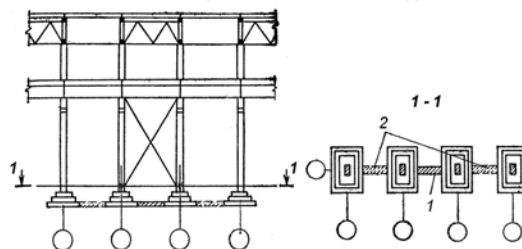
б) В разделе «Фундаменты» рассмотрены детали конструктивного пр-я для столбчатых, ленточных фундаментов и фундаментов из крупных блоков для районов сейсмичностью 7,8 и 9 баллов. А также приведены чертежи стыков и узлов опирания для железобетонных колонн и стальных колонн соответственно.

- Фундаменты здания или его отсека в нескальных грунтах должны закладываться на одном уровне.
- Допускается заложение фундаментов смежных отсеков или соседних столбчатых фундаментов на разных уровнях при условии выполнения требований СНиП по проектированию оснований зданий и сооружений.



Столбчатые фундаменты под колонны, разделенные осадочным швом, должны располагаться на одном уровне.

Фундаменты колонн связевой панели должны быть соединены между собой распоркой, рассчитываемой на действие горизонтальных сил и поперечной нагрузки, обусловленной осадкой фундаментов при действии постоянных и временных длительных нагрузок.



Схемы фундаментов колонн связевой панели:  
1 - распорка, 2 - дополнительные распорки.

Рисунок 6 – Слайды к разделу «Фундаменты»

7) Раздел «Колонны. Фахверк и связи по колоннам» содержит серийные материалы по проектированию железобетонных колонн для строительства в сейсмических районах, схемы крепления фахверковых стоек к стропильным конструкциям и чертежи расположения связей по колоннам.

Тема «Колонны. Фахверк и связи по колоннам»

Железобетонные колонны для одноэтажных производственных зданий, возводимых в сейсмических районах, проектируют высотой до 9,6т без мостовых опорных кранов.

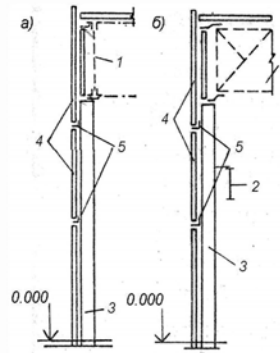


Колонны имеют постоянное по высоте прямоугольное сечение. В зависимости от высоты этажа, шага колонн, величины пролета и других условий применения, размеры поперечного сечения колонн приняты 300х300; 300х400; 400х400; 400х500; 500х500 и 500х600мм. В оголовках некоторых типов колонн для соблюдения условий опирания на них стропильных или подстропильных конструкций предусмотрены консоли.

Железобетонная колонна прямоугольного сечения

«главление» «<» «>»

Тема «Колонны. Фахверк и связи по колоннам»



Стойки фахверка поперечных или продольных стен в зданиях со стальными стропильными фермами следует крепить в уровне верха и низа покрытия (а, б).

Фахверковые стойки зданий без мостовых кранов (а) и с мостовыми кранами (б):  
1 - стальные несущие конструкции покрытий;  
2 - подкрановая балка с тормозной конструкцией или переходной крановой площадкой;  
3 - фахверковая стойка;  
4 - навесные участки стен;  
5 - опорные консоли.

«главление» «<» «>»

Рисунок 7 – Слайды к разделу «Колонны. Фахверк и связи по колоннам»

8) В разделе «Стеновые конструкции» рассматриваются примеры антисейсмических устройств для стен из бетонных панелей и металлических стен. Также показаны примеры креплений стеновых панелей к каркасу здания, основной принцип которых – это надежное соединение и обеспечение беспрепятственного перемещения каркаса относительно стеновых конструкций.

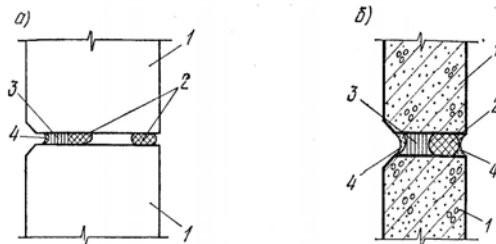
Тема «Стеновые конструкции»



Трехслойные панели типа «Сэндвич» с утеплителем из минеральной ваты или пенополистирола

«главление» «<» «>»

Тема «Стеновые конструкции»



Примеры устройства горизонтальных антисейсмических швов в панельных стенах отапливаемых (а) и неотапливаемых (б) производственных зданий:

1 - стеновая панель; 2 - гермит или поризол;  
3 - герметизирующая мастика; 4 - цементный раствор.

«главление» «<» «>»

Рисунок 8 – Слайды к разделу «Стеновые конструкции»

9) В разделе «Покрытия промышленных зданий» отражены основные конструктивные решения, с помощью которых обеспечивается жесткость покрытий для зданий с железобетонным каркасом и зданий со стальным каркасом. Выделены особенности проектирования сборных плит покрытий для использования в сейсмических районах.

Покрытия промышленных зданий следует выполнять в виде жестких горизонтальных дисков, надежно соединенных с вертикальными конструкциями здания и обеспечивающие их совместную работу при сейсмических воздействиях.

Жесткость сборных железобетонных покрытий следует обеспечивать с помощью следующих конструктивных решений:

- устройством сварных соединений плит с другими плитами, элементами каркаса или стенами;
- устройством монолитных железобетонных обвязок (антисейсмических поясов) с анкерровкой в них выпусков арматуры из плит;
- замоноличиванием швов между элементами покрытий.

Боковые грани плит покрытий должны иметь шпоночную или рифленую поверхность. Для связи с антисейсмическим поясом, каркасом или стенами в панелях следует предусматривать арматурные выпуски или закладные детали.

Н РННЕДЕ ВОИРОТ ОД АТНДОХОД ЭН НЕЖПОД РННЕДЕ ЭННПД ОП АРБНОФ  
РГД ЙНЦХУРТЭНОЯ ХИАННППОРТЭ ТЫШ ННДО БН ВОВШ ХИХЭЭННМОЙЭОНТНБ  
НМРБНОФ Э ХЯННЕДЕ В РИПМАЮП ВХЭУБ ОСОПЧНМББ РННЕДЕОЭ  
.НМННПБТО АТЯНПОПЯВ РОТЭУДНОМОХЭД ЙЭРБНОФ ЙМБ



Медвеноф Мидноццвэвотэвоэ оэ эинббе вооннепшямодП



Рисунок 9 – Слайды к разделу «Покрытия промышленных зданий»

Таким образом, в соответствии с поставленной задачей данной работы, разработано мультимедийное средство для учебного процесса по изучению вопросов архитектурно-конструктивного проектирования одноэтажных промышленных зданий в сейсмических районах. Данные материалы предназначены для повышения интереса, а также уровня подготовленности студентов как при использовании его на лекциях, так и для самостоятельного изучения данного раздела.

УДК 624.014:721.054.7:004

## РАЗРАБОТКА ПРОГРЕССИВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ УСРЕДНИТЕЛЬНОГО СКЛАДА ООО «ИСКИТИМ-ЦЕМЕНТ» С ПРИМЕНЕНИЕМ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Скворцова А.Ю.

Научный руководитель: Скворцов Ю.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В ходе выполнения работы было разработано проектное решение и сравнение его с ранее разработанным с целью: уменьшения металлоемкости здания путем применения прогрессивных конструктивных решений и вычислительных программных комплексов на примере усреднительного склада ООО «Искитим-Цемент».

Объект строительства расположен в Новосибирской области г. Искитим и представляет собой прямоугольный в плане складской корпус с размерами 55x298м, максимальная высота в коньке 16.710м. Каркас здания выполнен по рамно-связевой схеме. Основными несущими конструкциями являются поперечные рамы из сплошностенчатых несимметричных сварных двутавров переменного сечения. Шаг рам 9,25м. При расчете рам учтена

нагрузка от осаждения технологической пыли, составляющая  $100\text{кг/м}^2$ .

В ходе разработки оптимального проектного решения найдены следующие недостатки первоначального проекта:

1. В первоначальном проекте ширина элементов из листовой стали (пояса рам  $600\text{мм}$  и др.) не соответствует оптимальному раскрою листовой стали. Подобный раскрой приводит к существенному увеличению отходов при применении листов стандартного раскроя. В принятом проектном решении ширина заготовок из листовой стали принята в соответствии с оптимальным раскромом стандартных листов ( $6000 \times 1500$ ).

2. Пояса рам (наружный и внутренний) в первоначальном проекте имеют одинаковое сечение, что является нецелесообразным в случаях действия на элемент изгибающего момента и значительной по величине продольной сжимающей силы. Растянутый пояс недогружен, а сжимающая продольная сила приводит к смещению нейтральной оси сечения и увеличению расчетной высоты стенки, равной удвоенной высоте сжатой зоны, что, в свою очередь отрицательно влияет на ее местную устойчивость.

3. В первоначальном проектом решении расчетная схема рамы принята без устройства затяжки, что приводит к существенному увеличению нагрузок на фундаменты, из-за передачи на них горизонтальных усилий распора и как следствие увеличения затрат на их устройство.

4. Расчетная схема рамы по связевой схеме в первоначальном проекте принята не рационально, т.к. не предусмотрено раскрепление сжатого внутреннего пояса стойки как по высоте, так и в карнизном узле, что ведет к увеличению расчетной длины стойки рамы из ее плоскости и как следствие к развитию сечений рамы (пояса рамы толщиной  $50\text{мм}$ ).

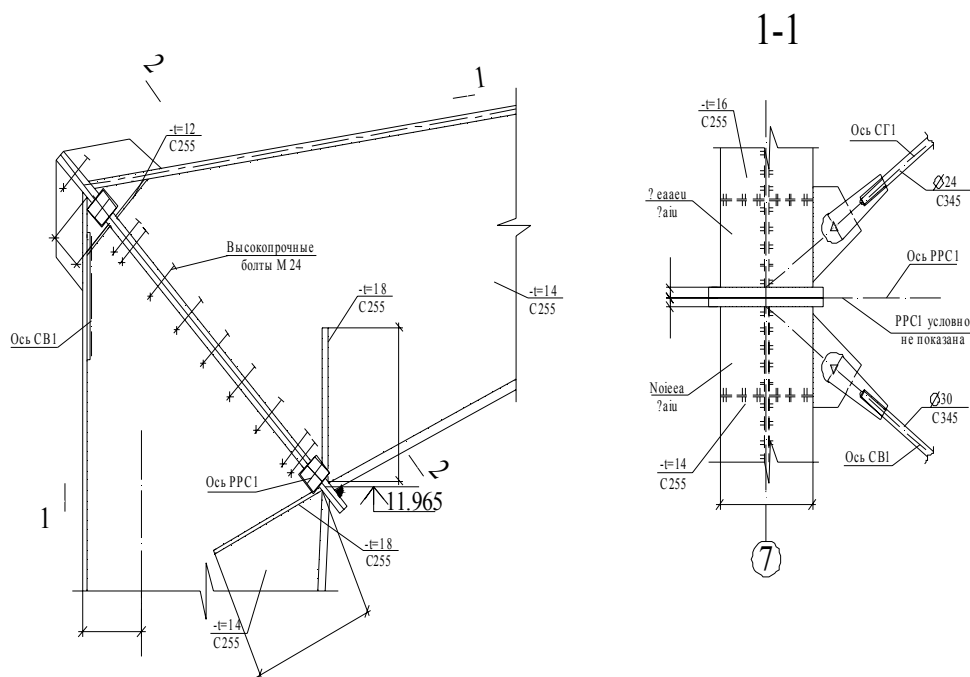
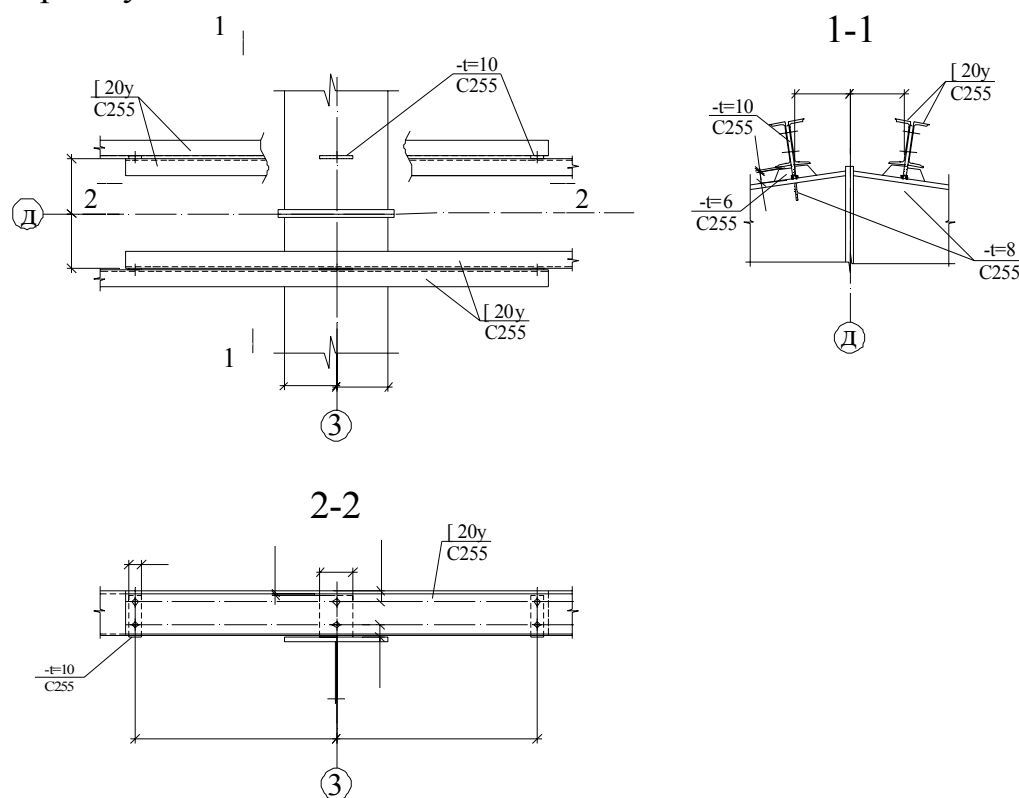


Рисунок 1 — Узел раскрепления сжатого пояса стойки из плоскости

5. Расчетная схема прогона в первоначальном проекте принята по разрезной схеме. Сечения прогонов двутавры 30Б2. В принятом проектом решение – неразрезная многопролетная схема с шарнирным опиранием на ригель. Неразрезность обеспечивается нахлестом прогонов, что создает двойное сечение на опоре где величина момента в 2 раза больше пролетного и позволяет использовать сечения в полном объеме. Так как первый пролет является наиболее загруженным при неразрезной схеме, предусматриваются усиленные двойные прогоны в первом пролете. Сечения прогонов прокатные швеллера 24у.



1. Все неоговоренные болты М20.

Рисунок 2 — Стык коньковых прогонов по неразрезной схеме

6. В первоначальном проекте скатная составляющая воспринимается прогонами покрытия. Прогон рассчитан в двух плоскостях и для уменьшения расчетного пролета прогона из плоскости предусматриваются тяжи из круглой стали диаметром  $d=20$ мм. В принятом проектом решение профилированный лист покрытия обеспечивает раскрепление прогонов из плоскости и воспринимает скатную составляющую, следовательно надобности в установке тяжей нет. Для учета работы профлиста для восприятия скатной составляющей создана объединенная конструкция – условная балка, включающая прогоны покрытия и профлист. При этом прогоны играют роль поясов условной балки, а профлист – роль стенки, воспринимающей усилие сдвигающей силы. При использовании модели условной балки следует обеспечить прочность сопряжения профлиста с прогонами покрытия и между собой в зоне стыков.

7. В первоначальном проекте в качестве кровли принят профилированный настил Н57-750-0.9 (вес 12.5 кг/м<sup>2</sup>). При заданном шаге прогонов (2.71м) данный профлист является избыточным по несущей способности. В принятом проектное решение применен профлист Н60-845-0.8 (вес 9.9 кг/м<sup>2</sup>) несущая способность которого достаточна для восприятия заданных нагрузок.

8. Фланцевые соединения стойки и ригеля, ригелей между собой имеют вторые ряды высокопрочных болтов, установленные вдоль полок и стенки дополнительно за первыми рядами. Вторые ряды высокопрочных болтов, за исключением болтов во внутренних углах полки и стенки, не включаются в работу. В принятом проектное решение это учтено.

В ходе выполнения данной работы получено проектное решение позволяющее сэкономить металл, в размере 1411 тонн, по сравнению с первоначальным проектным решением.

Экономия посчитана без учета массы стоек фахверка, ребер жесткости и подкосов по покрытию, а так же неучтен излишний расход болтов на фланцевые соединения и расход бетона на фундаменты.

Таким образом, путем применения прогрессивных конструктивных решений и вычислительных программных комплексов в ходе выполнения работы, получено существенное снижение металлоемкости объекта проектирования и как следствие значительное уменьшение стоимости строительства

УДК 725.4.055.004.68

## **РЕКОНСТРУКЦИЯ УЧАСТКА ЗДАНИЯ КОРПУСА №6 ООО «ЭЛЕКТРОПРОМ» В Г. ПРОКОПЬЕВСКЕ**

**Федорова А.С.**

**Научный руководитель: Котляров К.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В условиях рыночной экономики большинство промышленных предприятий вынуждено подстраиваться под текущие условия и изменять перечень выпускаемой продукции. С такой проблемой столкнулось предприятие ООО «Электропром» в г. Прокопьевске (бывший завод «Электромашина»). Ранее завод выпускал в основном электродвигатели, в том числе большой объем – для оборонной промышленности. А теперь в связи с уменьшением спроса на основную продукцию, завод в сотрудничестве с предприятием «Алтайвагон» начинает выпуск крышек для товарных вагонов.

В связи с этим встала необходимость использования существующего производственного цеха под новый технологический процесс.

Основная проблема, с которой столкнулись предприятие стало то, что в здании ранее выпускались в основном электродвигатели, небольшие по габаритам, кроме того продукция имела оборонное назначение, в связи с этим в здание расположено мало въездов для транспорта, так как грузопоток происходил в основном через центральный коридор корпуса №6. Новое производство предполагает большой объем подвозимых заготовок и большой объем вывоза готовой продукции.

Для этого было принято решение об устройстве дополнительного въезда в здание и размещение холодного склада продукции в существующем здании пристройки.

Реконструкция было решено провести с минимумом затрат на ремонт и с максимальным сохранением существующих конструкций здания.

Краткое описание здания корпуса №6:

Здание корпуса № 6 построено в 1958 г. Оно восьмипролетное. Реконструкция производится в восьмом пролете. Здание одноэтажное, отапливаемое. Размеры 144,43 м на 180 м. К торцевой стене примыкает здание пристройки.

Жесткость каркаса в поперечном направлении обеспечивается рамой, которая состоит из колонн, жестко защемленных в фундаментах и стропильных ферм, шарнирно опирающихся на колонны.

Жесткость каркаса в продольном направлении обеспечивается системой из колонн, жестко защемленных в фундаментах, подкрановых балок, вертикальных связей по колоннам и жестким диском покрытия.

Каркас здания полностью железобетонный (рисунок 1). Фундаменты под колонны – отдельностоящие. Колонны – сборные с консолями для опирания подкрановых балок. Подкрановые балки разрезные, пролетом 6 м. Стропильные фермы – сборные сегментные, пролетом 18 м с шагом 6 м. Покрытие сборные ребристые плиты.



Рисунок 1 – Конструктивное решение каркаса здания корпуса № 6

Предприятие решило произвести следующие мероприятия по реконструкции:

1) Установка дополнительного опорного двухбалочного мостового крана грузоподъемностью 10 т для совместной работы с существующими мостовыми кранами грузоподъемностью 1 и 5 т.

Установка объясняется тем, что на данном участке корпуса производится разгрузка сырья (пачки листов металла) и грузы имеют массу более 5 т.

2) Удлинение кранового пути путем установки дополнительных подкрановых балок производится для того чтобы доставлять грузы к торцевой стене в которой планируется устройство выезда.

3) Замена существующего покрытия здания пристройки, которое в данный момент находится в аварийном состоянии с целью организации в нем неотапливаемого склада готовой продукции.

#### Установка дополнительного опорного двухбалочного мостового крана грузоподъемностью 10 т

За выгрузку сырья из транспортных средств на реконструируемом участке отвечают мостовые краны грузоподъемностью 1 и 5 т. Возникла необходимость перемещения грузов массой более 5 т, вследствие этого решено было установить дополнительной мостовой кран грузоподъемностью 10 т на существующий крановый путь.

Для того чтобы оценить возможность установки крана производился расчет несущей способности строительных конструкций на планируемые нагрузки, которые возникнут при установке нового крана.

В результате расчета установлено, что все конструкции могут воспринимать нагрузки от дополнительного мостового крана грузоподъемностью 10 т.

#### Удлинение кранового пути путем установки дополнительных подкрановых балок в осях 30-31

Следующим мероприятием по реконструкции является удлинение кранового пути, путем установки дополнительных подкрановых балок в осях 30-31.

В проекте корпуса в этих осях подкрановые балки не предусмотрены (рисунок 2).

Перед проектированием проводились обмерные работы.

Выявлены следующие особенности:

- консоли колонн имеют различные высотные отметки, возможно, вследствие допусков на монтаж и осадки за время эксплуатации;
- на консолях колонн по оси 30 выполнена подливка бетоном для установки железобетонных подкрановых балок на проектную отметку;
- на консолях колонн по оси 31 предусмотрены закладные детали с анкерными болтами для крепления подкрановых балок.





Рисунок 2 – Пролет Щ-Я, оси 30-31

Подкрановые балки запроектированы металлические, в соответствии с типовой серией для совместной работы кранов грузоподъемностью 16 и 5 т.

Подкрановые балки пролетом 6 м, сечение сварное двутавровое с развитым верхним поясом. Имеет двусторонние ребра жесткости.

Опорные столики для каждой колонны запроектированы в соответствии с высотной отметкой ее консоли и для каждой колонны свой.

Работы по реконструкции покрытия здания пристройки выполняются с целью устройства в ней неотапливаемого склада готовой продукции и устройства выезда из корпуса №6 через нее.

Краткое описание здания:

Здание пристройки – однопролетное, одноэтажное, неотапливаемое, бескрановое. Размер здания пристройки в плане 12,0х36,0 м.

Жесткость каркаса в поперечном и продольном направлениях не обеспечивается в полном объеме, из-за отсутствия вертикальных связей по колоннам в продольном направлении и жестких рам в поперечном направлении.

Фундаменты под колонны – монолитные железобетонные отдельностоящие. Колонны каркаса – металлические, из труб. Основной шаг колонн 6 м. Стропильные фермы покрытия – металлические односкатные из спаренных уголков, пролет 12 м, шаг 6 м. Плиты покрытия – сборные железобетонные ребристые. Наружные стены – сборные железобетонные панели (навесные) и кирпичные самонесущие стены.

Перед проектированием производилось обследование строительных конструкций здания. По результатам обследования здание находится в аварийном состоянии (рисунок 3).



Рисунок 3 – Покрытие здания пристройки

Основными серьезными дефектами являются: внеузловое опирание плит на стропильные фермы, обрушение плит покрытия, обрушение фермы, обрушение колонны, также отсутствуют вертикальные связи по колоннам.

Возможными причинами обрушения были:

- одна из главных причин – это снеговые мешки, возникающие на крыше здания из-за окружающих его с трех сторон зданий. В месте аварии возникает наибольший снеговой мешок.

- также при производстве работ по ремонту кровли прилегающего корпуса №7, строительный мусор (остатки рубероида, гравий и др.) сбрасывали на крышу здания пристройки;

- к обрушению могло привести отсутствие вертикальных связей по фермам.

Планируется заменить существующее покрытие на новое состоящее из стропильных балок, прогонов, профлиста.

Колонны и конструкции стен остаются существующими.

Проблема, возникшая при проектировании покрытия, состоит в том, что здание не имеет жестких поперечных рам. В связи с этим для обеспечения жесткости каркаса принята следующая система связей (рисунок 5): поперек каркаса по колоннам, в продольном направлении по колоннам, связи и распорки по верху колонн, система связей по покрытию (для обеспечения передачи усилий с рам каркаса на связевые рамы).

Расчет на действующие нагрузки производился в программном комплексе SCAD по пространственной схеме.

По полученным значениям усилий проверялись сечения строительных конструкций.

Запроектированы: стропильная балка – сварная двутавровая, прогоны из швеллеров, профлист, связи – из одиночных и спаренных уголков.

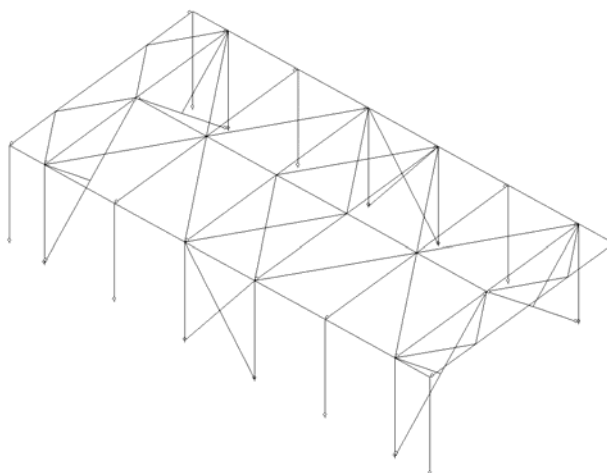


Рисунок 5 – Расчетная схема каркаса здания пристройки

В ходе выполнения работы была обоснована возможность установки дополнительного мостового крана грузоподъемностью 10 т, разработаны рабочие чертежи подкрановых балок и нового покрытия здания пристройки. Работы по реконструкции планируется выполнить в летний период этого года.

УДК 624.014:624.074:004.588

## **ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ И ПРЕДЕЛЬНЫХ СОСТОЯНИЙ НЕСУЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Анисина А.Ф.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Реморов В.Е.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Цель работы заключалась в применении возможностей мультимедийных средств информации для демонстрации работы и предельных состояний металлических конструкций при изучении курса «Металлические конструкции».

Задачи работы: изучение современных мультимедийных средств информации и определение их возможностей, разработка методики создания демонстрационного материала и создание системы мультимедийного обеспечения курса лекций по дисциплине «Металлические конструкции».

Мультимедиа (лат. Multum + Medium) – обозначает единовременное использование различных форм представления информации и ее обработки в едином объекте-контейнере (это текст, графические изображения, аудио-, видео- информация, возможность интерактивного взаимодействия с ней).

Использование мультимедийных технологий в лекционных курсах способствует улучшению концентрации внимания студентов, процессов

понимания и запоминания, формированию ясных представлений, усвоению теоретических знаний (понятий, концепций и др.), активизируя познавательную деятельность студентов.

Обычно в качестве мультимедийного сопровождения применяют комплекс из текстовых и графических элементов с использованием звуковых эффектов и голосовым озвучиванием – всё это является проверенным, хорошим, традиционным вариантом. Однако, учитывая сложность и специфику курса «Металлические конструкции», в данной работе приняли решение, во-первых, расширить представление учебного материала с помощью анимационного отображения перехода конструкций из нормальной работы в предельное состояние. Во-вторых, использовать результаты расчетов напряженно-деформированных состояний строительных конструкций в специализированных программных комплексах в виде изополей и мозаик напряжений и перемещений.

Добавление таких средств способствует большему пониманию и усвоению учебного материала.

За текстовую основу был использован учебник под ред. Кудишина Ю.И. «Металлические конструкции» 2006г. издания.

Анимационная составляющая мультимедийной системы создавалась в среде программного комплекса Adobe Flash CS3 Professional, который является на сегодняшний день одним из передовых по разработке векторной графики и анимационных роликов. Благодаря функциональному интерфейсу, наличию расширенных инструментов для обработки видео, удобной временной шкалы и встроенному языку Action Script удалось реализовать управляемую анимацию изменения формы объекта.

Программно-моделирующий комплекс Лира 9.4. предназначен для расчета, исследования и проектирования строительных конструкций различного назначения. В ходе работы в системе «Лир-Визор» была смоделирована трехметровая балка двутаврового сечения 20Б с помощью библиотеки КЭ (тип 36 – 8-узловой объемный). Затем модель балки загрузили сосредоточенной нагрузкой в середине пролета. Произвели линейный расчет и в системах «Литера» и «Документатор» сформировали результат – изополя напряжений: нормальные напряжения по осям X, Y, Z и касательные XY, XZ и YZ. Таким образом, получили картину напряженно-деформированного состояния балки в режиме нормальной эксплуатации. Затем, чтобы получить аналогичные результаты для предельного состояния балки, произвели надрез в нижнем поясе, симитировав появление трещины.

Полученные результаты нашли своё место в соответствующих разделах мультимедийной разработки, при описании оболочки которой использовался язык разметки гипертекста – HTML.

Для запуска демонстрационного материала следует открыть основной файл index.html, находящийся в корневом каталоге. Откроется окно браузера, установленного на компьютере, обычно это версия Internet Explorer. Появится предупреждение о наличие скриптов в коде, следует

разрешить их активацию и подтвердить свое решение, что позволит беспрепятственно и в полной мере работать с приложением.

Окно программы поделено на две части: слева расположен фрейм, содержащий гиперссылки на страницы разработки, справа – рабочая зона, в которой отображается содержимое страниц. Рабочая зона занимает 80% экрана и несет информативную функцию.

По умолчанию при запуске приложения загружается главная страница. Среда веб-страниц позволяет использовать текст различных цветов и произвольной формы, а также применить не только векторную, но и растровую графику.

Следующая страница «О программе» содержит информацию о разработчиках.

Ниже перечислены заголовки глав с первой по девятую, после выбора определенной главы открывается список подглав данного раздела.

При форматировании текстовой информации использовались 3 цвета: черный – основной цвет шрифта, красный выделяет наиболее важные моменты, а дополнительная информация (примеры, пояснения) обозначается синим цветом. Дополнительно к этому применялось курсивное начертание, полужирный шрифт и подчеркивание. Помимо текста в программе присутствуют формулы и изображения с пояснениями к ним.

Страницы с анимациями содержат ролик управления, символизирующий величину значения нагрузки, приложенной к конструкции. Управляя роликом, задавая нагрузку, наблюдаем за изменением формы стержней и эпюр. В работе представлены следующие анимации: нормальная работа расчетных схем балок с построением эпюр напряжений, моментов и поперечных сил; потеря прочности нижнего пояса балки; потеря общей устойчивости балки; кривой изгиб.

Представление предельных состояний балки, в особенности потеря ею общей устойчивости – это один из сложных для визуализации моментов данного курса, поэтому при создании анимации было уделено особое внимание моменту перехода конструкции из нормальной работы в предельное состояние.

Мультимедийная система также содержит страницы с представленными результатами расчетов в программном комплексе Лира 9.4. По умолчанию загружается изображение деформации балки. Далее в зависимости от выбранной ссылки обновляется только изображение, а не страница в целом. Данная интерактивность позволяет сэкономить время и способствует большему комфорту работы.

Главным результатом работы стала не столько сама система мультимедийного обеспечения курса лекций по дисциплине «Металлические конструкции», сколько разработка методики ее создания.

В пояснительной записке к работе указана информация о системных требованиях и необходимом программном обеспечении, представлена последовательность подготовки данных, описан алгоритм моделирования в

программном комплексе Лира 9.4 и основные этапы работы в Adobe Flash CS3 Professional, представлен список основных html-тегов и фрагменты кода страниц мультимедийной системы.

УДК 624.012.3:624.078:531.22

## **ИЗУЧЕНИЕ РАБОТЫ И РАСЧЕТА, СЖАТЫХ И РАСТЯНУТЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ**

**Ичитовкин И.С.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Валкнер Э.И.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В работе было разработано компьютерное приложение с использованием современных компьютерных технологий для демонстрации учебных материалов на лекциях по разделу «Сжатые и растянутые железобетонные элементы» из курса «Железобетонные и каменные конструкции» по специальности ПГС.

Для этой цели необходимо было выбрать доступное программное обеспечение для создания приложения, выбрать оборудование и другие технические средства для решения данной проблемы по возможности использования, как при изложении изучаемого материала на лекциях, так и изучения читаемого материала самостоятельно в компьютерном классе или дома.

Также необходимо самостоятельно освоить работу выбранного программного средства в операционной среде Windows XP, детально изучить теоретические основы работы центральном – сжатых, внецентренно – сжатых и также растянутых железобетонных элементов, создать алгоритмы расчета для каждого случая работы сжатых элементов в соответствии с современными нормами.

Подобрать и структурировать в определённой последовательности лекционный (теоретический и графический) материал из современных учебников, пособий по расчету железобетонных конструкций для последующего его представления в разрабатываемое приложение.

Создать следующие электронные базы данных:

- текстовые файлы, полностью отражающие основы теоретического расчета с необходимыми формулами, рисунками и чертежами;
- звуковые файлы по каждому слайду, отображаемому на дисплее или мониторе ПК;
- слайды рисунков и чертежей к рассматриваемым разделам приложения.

Предусмотреть:

- возможность остановки демонстрации слайдов в любое время;
- продолжить показ слайдов из любого пункта и раздела приложения.

Разработанное компьютерное приложение было создано с помощью программы PowerPoint. Минимальные системные требования для создания приложения описаны в таблице указанной ниже.

Процессор	Pentium с тактовой частотой 233 МГц;
Операционная система	Microsoft Windows XP;
Память	64 Мбайт ОЗУ;
Место на жестком диске	245 Мбайт, включая 115 Мбайт свободного места на жестком диске, на котором установлена операционная система. Место, используемое на жестком диске, зависит от конфигурации. Для локального источника установки требуется примерно 2 Гбайт свободного места на жестком диске в ходе установки; локальный источник установки, который остается на компьютере пользователя, требуется дополнительно 240 Мбайт свободного места на жестком диске.
Монитор	SVGA (800 x 600)
Дисковод	Дисковод для компакт-дисков CD-RW
Указывающее устройство	Microsoft Mouse, Microsoft IntelliMouse® или совместимое указывающее устройство, а также клавиатура
Звуковая карта	C - Media 8738 4 - Channel PCI
Звуковое устройство	Микрофон, наушники или колонки.

Работа состоит из трех разделов:

1. Сжатые элементы.
2. Растянутые элементы.
3. Конструирование и рабочие чертежи.

В первом разделе были рассмотрены следующие вопросы: элементы конструкций работающих в условиях сжатия; поперечные сечения сжатых железобетонных элементов; характер разрушения сжатых железобетонных элементов; расчет прочности нормальных сечений сжатых элементов произвольного профиля; расчет прочности сжатых элементов прямоугольного сечения со случайным эксцентриситетом; учет влияния прогибов; расчет прочности внецентренно-сжатых элементов прямоугольного сечения с симметричным армированием; расчет прочности внецентренно сжатых элементов прямоугольного сечения с несимметричным армированием; расчет сжатых элементов кольцевого сечения; расчет внецентренно сжатых элементов таврового и двутаврового сечения; конструктивные особенности косвенного армирования; расчет внецентренно-сжатых элементов с косвенным армированием; армирование сжатых элементов; требование к армированию сжатых элементов.

Во втором разделе были рассмотрены следующие вопросы:

конструктивные особенности центрально-растянутых элементов; армирование центрально-растянутых элементов; конструктивные особенности внецентренно-растянутых элементов; два случая внецентренного растяжения; требования к армированию растянутых элементов; напряженное состояние растянутых элементов; расчет центрально-растянутых элементов; расчет внецентренно-растянутых элементов при малых эксцентриситетах; расчет внецентренно-растянутых элементов при больших эксцентриситетах; схема расчета прочности внецентренно растянутых элементов прямоугольного профиля.

В третьем разделе представлены иллюстрации: железобетонная колонна одноэтажного производственного здания (опалубочный чертеж и схема армирования); железобетонная ферма (опалубочный чертеж и схема армирования).

Разработанное компьютерное приложение можно использовать как на лекциях, так и в компьютерном классе. Приложение разрабатывалось для студентов заочного и вечернего обучения, но его можно использовать так же для студентов дневного отделения.

УДК 624.012.81:69.022:691.41-431

## **ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СТЕНЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЫСОКОТЕПЛОЭФФЕКТИВНОГО КРУПНОФОРМАТНОГО ПОРИЗОВАННОГО КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА ФИРМЫ RAUF**

**Столбоушкина О.А.**

**Научный руководитель: к.т.н. Алешина Е.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В связи с национальным проектом по жилью индивидуальное строительство жилых домов особенно актуально в настоящее время. Предъявляемые к современным зданиям и сооружениям теплотехнические требования для обеспечения энергоэффективности зданий и строительных сооружений направлены на поиск технических решений, позволяющих повысить уровень тепловой защиты зданий и уменьшить расходы на их отопление, горячее водоснабжение и освещение.

Основными требованиями, предъявляемыми к ограждающим конструкциям являются: прочность, жесткость, устойчивость, теплотехнические и звукоизоляционные качества, влагостойкость, индустриальность и экономичность.

Керамический поризованный кирпич Rauf крупного формата, представляет новое поколение кирпича, сочетая новейшие технологии производства и традиции кирпичного домостроения. Активно используется в малоэтажном и высокоэтажном строительстве для возведения наружных и



внутренних стен. В ассортиментный ряд Rauf входят поризованные камни (камнем называется кирпич, превышающий формат 2NF) формата 2,1NF, 4,5NF, 10,8NF, 11,3NF и 14,5NF. По сравнению с обычным кирпичом поризованная керамика Rauf имеет два основных преимущества: поризованная структура и крупный формат, - что значительно улучшает теплотехнические и качественные свойства продукции. Выпускается Rauf на современном полностью автоматизированном заводе кирпичного объединения «Победа ЛСР».

Поризованный камень 14,5NF легче обычного, что позволяет снизить нагрузки на фундамент, он обладает низкой плотностью, низкой теплопроводностью. За счет великолепных теплоизоляционных свойств смягчает перепады температур в доме. Существенно снижаются транспортные, производственные и технологические издержки, сокращаются временные затраты кладки в 2-2,5 раза.

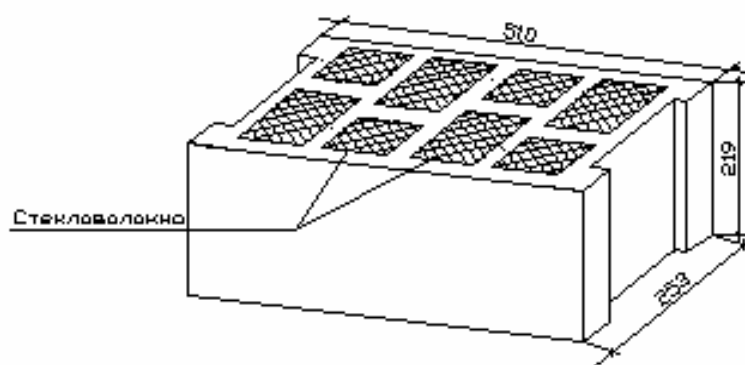


Рисунок 2 – Керамический кирпич с наполнителем из стекловолокна крупноформатный поризованный 14,5NF

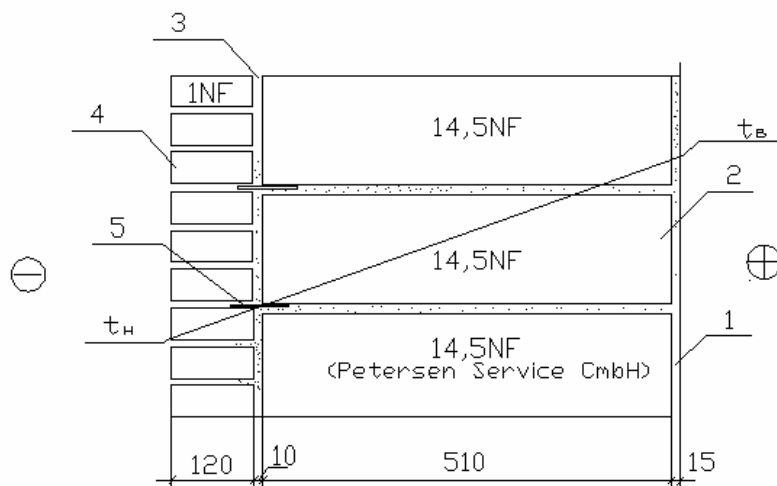


Рисунок 1 – Конструкция наружных стен

Согласно рисунку в конструкции предусмотрены следующие слои:

1. Штукатурка (цементно-песчаный раствор 1:2):

$$\rho_0=1800 \text{ кг/м}^3;$$

$$\delta_1=15 \text{ мм};$$

$$\lambda_1=0,87 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}.$$

2. Керамический камень с наполнителем из стекловолокна крупноформатный поризованный 14,5NF (ТУ 5741-047-03984362-2006)

$$\rho_0=800 \text{ кг/м}^3;$$

$$\delta_1=510 \text{ мм};$$

$$\lambda_2=0,07 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С (Прил. Г.3 ГОСТ 530-2007)}.$$

3. Цементно-песчаный раствор

$$\rho_0=1800 \text{ кг/м}^3;$$

$$\delta_1=10 \text{ мм};$$

$$\lambda_3=0,87 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}.$$

4. Лицевой кирпич 1NF

$$\rho_0=1130 \text{ кг/м}^3;$$

$$\delta_1=120 \text{ мм};$$

$$\lambda_4=0,26 \text{ Вт/м}\cdot\text{°С}.$$

Порядок расчета:

- Определяем градусо-сутки отопительного периода  $D_d$ :

$$D_d = (t_{\text{int}} - t_{\text{ht}}) \cdot Z_{\text{ht}} = (20 - (-8)) \cdot 228 = 6384 \text{ °С}\cdot\text{сут}$$

- Определим требуемое сопротивление теплопередаче:

$$R_{\text{reg}} = a \cdot D_d + b = 0,00035 \cdot 6384 + 1,4 = 3,634 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$$

- Сопротивление теплопередаче стены по глади:

$$R_0 = R_{si} + R_k + R_{se} = \frac{1}{\bar{\alpha}_{\text{int}}} + \sum \frac{y_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\bar{\alpha}_{\text{ext}}}$$

$$R_0 = R_{si} + R_k + R_{se} = \frac{1}{\bar{\alpha}_{\text{int}}} + \sum \frac{y_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\bar{\alpha}_{\text{ext}}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,015}{0,87} + \frac{0,51}{0,07} + \frac{0,01}{0,87} + \frac{0,12}{0,26} + \frac{1}{23} =$$

$$0,1149 + 0,0172 + 7,2857 + 0,0115 + 0,4615 + 0,0435 = 7,819$$

- Сопротивление теплопередаче стены по глади:

$$R_0^r = R_0 \cdot r = 7,819 \cdot 0,69 = 5,39 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$$

- Найдем толщину стены:

$$y_{\text{cn}} = y_1 + y_2 + y_3 + y_4 + y_5 + y_6 = 0,015 + 0,51 + 0,10 + 0,012 = 0,637 \approx 0,640 \text{ м} \quad (2.5)$$

- Проверка условия:

$R_{\text{reg}} < R_0^r$ ,  $3,634 < 5,39$ , *требуемое сопротивление теплопередачи стены должно быть меньше расчетного, условие выполняется.*

Определим расчетный температурный перепад:

$$\Delta t_0 = \frac{n \cdot (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_0^r \cdot \bar{\alpha}_{\text{int}}} = \frac{1 \cdot (20 - (-39))}{(5,39 \cdot 8,7)} = 1,26 \text{ °С}$$

$Dt_0 = 1,26 \text{ } ^\circ\text{C} < Dt_n = 4 \text{ } ^\circ\text{C}$  условие выполняется, конструкция стены удовлетворяет требованиям тепловой защиты зданий.

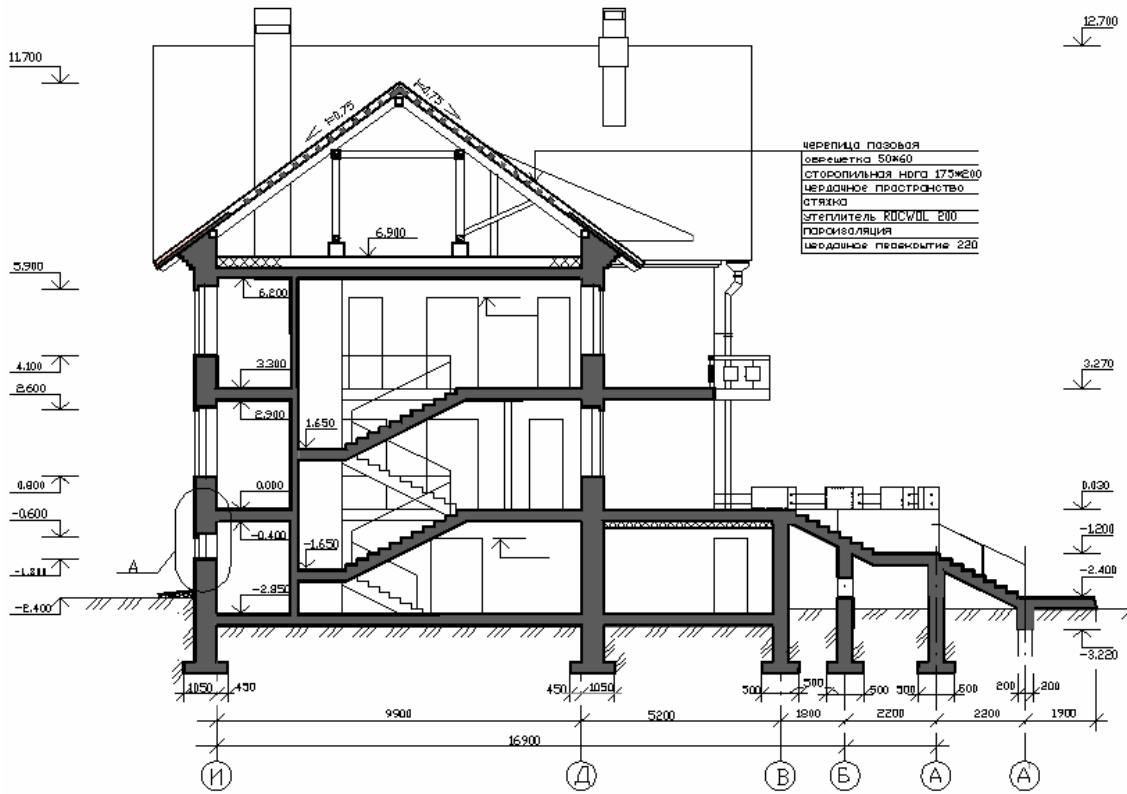


Рисунок 3 – Несущий остов здания

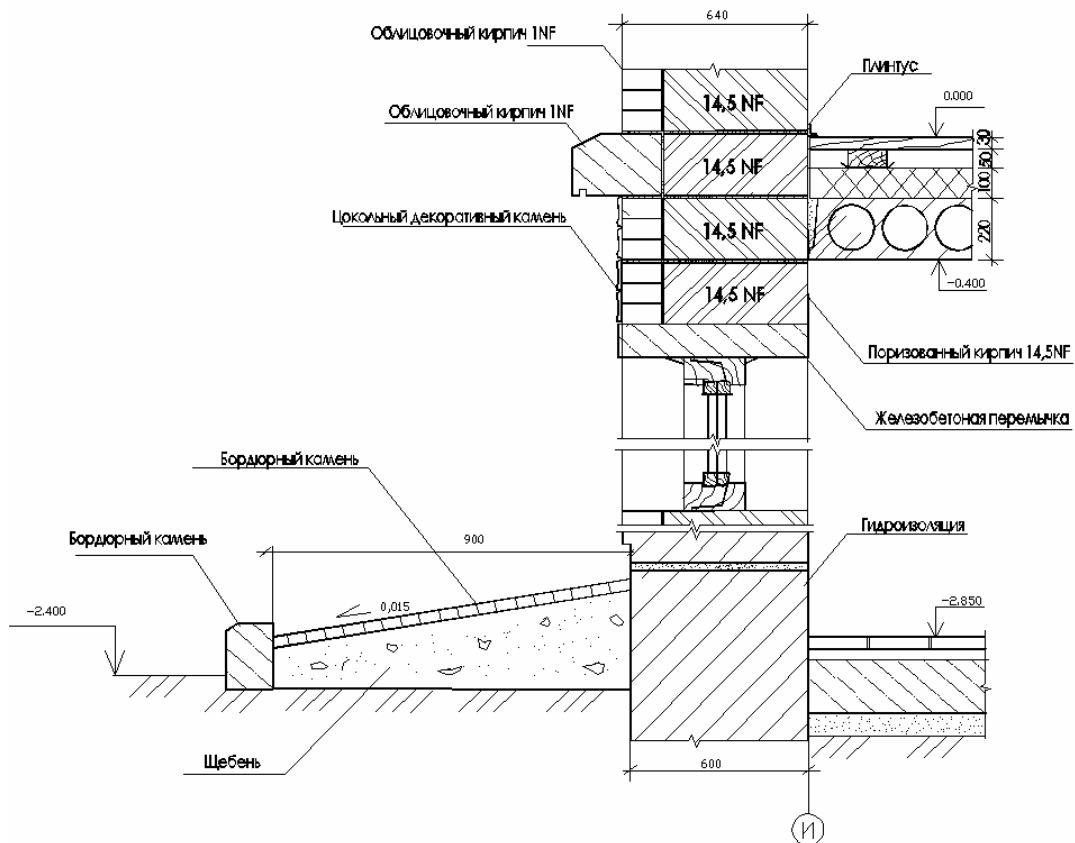


Рисунок 4 – Фрагмент А

В результате проведенного теплотехнического расчета ограждающей конструкции из керамического поризованного кирпича Rauf, получена необходимая толщина стены для г. Новокузнецка, составляющая 0,64 м.

Выбранное техническое решение ограждающей конструкции соответствует необходимой теплозащите здания.

УДК 622.6

## **ИНТЕНСИФИКАЦИЯ РАБОТЫ ИЛОВЫХ ПЛОЩАДОК**

**Шелепов С.Н.**

**Научный руководитель: Забелина Г.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Обезвоживание осадков сточных вод больших городов является не только технически сложной задачей, но и требует огромных финансовых затрат. Выбор способов обезвоживания определяется наличием земельных площадей и оборудования, стоимостью флокулирующих реагентов и рядом других факторов. В этой связи актуальность поиска новых эффективных технологий обработки осадков сточных вод возрастает год от года.

Наибольшее распространение для обезвоживания осадков на очистных сооружениях канализации (ОСК) получила подсушка на иловых площадках.

Процесс обезвоживания на них осуществляется в основном за счет фильтрации и испарения влаги.

В большинстве случаев определяют неудовлетворительную работу иловых площадок: длительность процесса, неблагоприятные атмосферные условия для естественной сушки, перегрузки по поступающему осадку и отсутствие достаточного уровня эксплуатации, в связи с несовершенством и недостаточностью уборочных механизмов.

Для большинства ОСК России иловые площадки являются основными сооружениями для обезвоживания и подсушки осадков, по-видимому, они будут применяться и в ближайшем будущем. Несмотря на несомненную перспективность использования аппаратов механического обезвоживания осадков, иловые площадки во многих случаях могут выполнять функции основных или резервных сооружений, а также применяться для подсушивания механически обезвоженных осадков.

Необходимыми условиями успешного обезвоживания осадков на иловых площадках являются их эксплуатация в расчетном режиме и вывоз подсохшего осадка для размещения на площадках временного хранения, на полигонах твердых бытовых отходов (ТБО), рекультивируемых территориях, на других санкционных участках или для утилизации. Именно отсутствие решений по вывозу и размещению осадка приводит к отклонению режимов эксплуатации площадок от режимов, предусмотренных проектом, их

переполнению и возникновению потребности в дополнительных территориях.

Интенсификация работы иловых площадок достигается при предварительном аэробном кондиционировании осадков, добавлении в осадок высокомолекулярных флокулянтов, после промывки очищенной сточной жидкостью (в первую очередь осадка после термофильного сбраживания), при естественном замораживании и оттаивании осадков. Применение таких способов позволяет снизить удельное сопротивление осадка, увеличить нагрузку на иловые площадки в 1,5-3 раза, значительно уменьшить занимаемые ими территории. В Новосибирске последние 9 лет применяется комбинированная технология обезвоживания осадка: зимой осадки обезвоживаются на фильтр-прессах, весной и летом – на иловых площадках с добавлением флокулянта «Сибфлок», изготавливаемого на установках ООО НПФ «Экологическая химия» в г. Новосибирске. При этом нагрузка на иловые площадки составляет  $q_{уд} = 10 \text{ м}^3/\text{м}^2$ .

Методы обработки зависят от очищаемых сточных вод и в первую очередь от вида и состава очищаемых на городских сооружениях совместно с бытовыми сточными водами производственных сточных вод.

Бактериальная загрязненность осадков огромна. В них имеются все формы бактериальных организмов: кокки, палочки, спираиллы. Из патогенных микроорганизмов встречаются возбудители желудочно-кишечных и других заболеваний, большое число яиц гельминтов.

Химический состав осадков оказывает существенное влияние на их водоотдачу. Соединения железа, алюминия, хрома, меди, а также кислоты, щелочи и некоторые другие вещества, содержащиеся в производственных сточных водах, способствуют интенсификации процесса обезвоживания осадков и снижают расход химических реагентов на их коагуляцию перед обезвоживанием. Масла, жиры, азотистые соединения, волокнистые вещества являются, наоборот, неблагоприятными компонентами.

Фильтруемость суспензий характеризуется удельным сопротивлением осадка.

При фильтровании необработанных осадков резкое замедление водоотдачи наблюдалось при достижении твердой фазой концентрации 14-17%.

При обезвоживании предварительно обработанных осадков (после промывки и коагуляции) фильтрование их происходит значительно интенсивнее, но при достижении твердой фазой концентрации 18-35% процесс фильтрования тоже резко замедляется.

Основная масса твердых частиц в значительной степени диспергирована, обладает свойствами коллоидов, адсорбирующих воду и удерживающих ее благодаря отрицательному заряду и поверхностной энергии.

При общем распределении видов воды осадков она распределяется на:

1. Свободно связанную. Она составляет 68,4-69%. Несвязанна

никакими силами с твердыми частицами и легко удалятся сушкой на иловых площадках и отжима при малых давлениях.

2. Коллоидно связанная вода (21,5-23,5%). Удаляется плохо при условиях коагулирования осадков и отжима при больших давлениях.

3. Гигроскопическая вода или химически связанная. Входит в состав твердого вещества и не удаляется.

Механическими методами обезвоживания осадков, а также естественной их сушкой на иловых площадках из осадков удаляется большая часть свободной воды. Физико-механическая связь нарушается вследствие выпаривания или удаления влаги под давлением в аппаратах, которые развивают давление, большее капиллярного, и разрушают структурные связи.

Фильтр-прессованием можно добиться удаления части связанной влаги.

Для увеличения водоотдачи необходимо изменить структуру твердой фазы осадков, что достигается коагуляцией их химическими реагентами, введением присадочных материалов, замораживанием с последующим оттаиванием, а также термической обработкой. При осуществлении названных операций происходит укрупнение частиц осадков, уменьшается площадь поверхности раздела дисперсной фазы и дисперсной среды и, следовательно, снижается поверхностная энергия связи и ослабляются силы сцепления воды с твердыми частицами. Изменения структуры осадков приводит к количественному перераспределению форм связи влаги в сторону увеличения содержания свободной воды вследствие уменьшения общего количества связанной воды. Такое изменение позволяет добиваться более глубокого и быстрого их обезвоживания.

Применение оборудования для механического обезвоживания является наиболее перспективным направлением обработки осадков, однако иловые площадки еще широко применяются как в нашей стране, так и за рубежом. Кроме того, при механических методах обезвоживания осадков иловые площадки в соответствии с требованиями строительных норм и правил проектируются в качестве аварийных сооружений.

Механизм действия иловых площадок в основном сводится к следующим процессам:

- уплотнение осадка и удаление жидкой фазы с поверхности;
- фильтрация жидкой фазы через слой осадка и удаление ее с помощью дренажа;
- испарение жидкости со свободной поверхности осадка.

Конструкцию иловых площадок, как и нагрузку на них, следует выбирать в зависимости от удельного сопротивления осадка.

Применяют следующие основные конструкции иловых площадок:

- 1) На естественном основании без дренажа
- 2) На естественном основании с дренажом
- 3) Асфальто-бетонные иловые площадки

- 4) Каскадные отстаиванием и поверхностным удалением воды
- 5) Иловые площадки уплотнители.

При реконструкции существующих иловых площадок предлагается использование дренажной системы, в виде фильтрующих элементов и трубы для отвода иловой воды, уложенной в лотки.

Для устройства дренажной системы используются фильтростеклопластиковые трубы.

Для интенсификации процесса обезвоживания предлагается введение в осадок флокулянта «Сибфлок».

Пример расчета реконструированных иловых площадок в г.Новокузнецке:

Общее количество осадка направляемое на иловые площадки,  $Q_{\text{общ}} = 954,6 \frac{\text{м}^3}{\text{сут}}$ . Полезная площадь иловых площадок,  $F_{\text{пол}}, \text{м}^2$

$$F_{\text{пол}} = \frac{Q_{\text{общ}} \cdot 365}{q \cdot k}$$

где  $q$  – годовая нагрузка на иловые площадки  $\text{м}^3/(\text{м}^2 \text{ год})$ ;

$q=10 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \text{ год})$ ;

$k$ - коэффициент, зависящий от климатических условий, равный 0,9.

$$F_{\text{пол}} = \frac{954,6 \cdot 365}{10 \cdot 0,9} = 38714$$

Общая высота намораживания  $h_{\text{нам}}, \text{м}^2$

$$h_{\text{нам}} = \frac{Q_{\text{общ}} \cdot t \cdot k_2}{F_{\text{пол}} \cdot k_1}$$

где  $t$ -количество дней с температурой ниже  $10^{\circ}\text{C}$ -(период намораживания),  $t=120 \text{ сут}$ ;

$k_2=0,7$ , коэффициент, учитывающий изменение объема осадков вследствие фильтрации в зимнее время;

$k_1= 0,8$  площадь, отводимая под зимнее замораживание

$$h_{\text{нам}} = \frac{954,6 \cdot 120 \cdot 0,7}{38714 \cdot 0,8} = 2,6$$

Размеры: ширина  $B=50 \text{ м}$ , длина  $L=100 \text{ м}$

Площадь одной карты составит,  $\text{м}^2$

$$F_1 = B \cdot L = 50 \cdot 100 = 5000$$

Количество карт  $N$ , шт., составит

$$F_1 = \frac{F_{\text{общ}}}{F_{\text{тип}}}$$

$$F_1 = \frac{38714}{5000} \approx 8 \text{ шт.}$$

Производственные испытания процесса обезвоживания осадков сточных вод с применением флокулянта Сибфлок, произведенные в 2002-2003 гг. на ОСК г.Новокузнецка, показали:

1. Влажность осадка при обезвоживании на иловых площадках уменьшается с 95-97% до 75-80%;

2. Нагрузка на площадке при рабочей высоте 2м может достигать 8-10 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> год;

3. Доза флокулянта Сибфлок составляет 6,5-7 л/т сухого вещества(по товарному продукту), или 1,5 кг активного вещества на 1т сухого вещества осадка.

Лабораторные исследования показали, что интенсивное разделение сфлокулированного осадка происходит через 4-8 часов, осадок всплывает коркой вверх, а под ним - иловая вода.

Внедрение схемы обезвоживания осадка на иловых площадках г. Новокузнецка:

Исходные данные для расчета:

- Фактический объем образующегося на ОСК осадка – 954,6 м<sup>3</sup>/сут;
- Средняя фактическая влажность осадка – 97,8%;
- Рекомендуемая нагрузка на площадки – 10 м<sup>3</sup>/м<sup>2</sup> год;
- Рекомендуемая доза флокулянта – 6,5-7 л/т сух вещества (по товарному продукту, т.е. 25% геля).

Требуемое количество флокулянта –  $7 \cdot 21,8 = 152,6$  л/сут,

где 7 л/т сух.вещ.- рекомендуемая доза флокулянта

21,8 л/сут – количество осадка по сухому веществу;

Потребность флокулянта в месяц –  $(152,6 \cdot 30) = 4578$  л/мес = 4,578 м<sup>3</sup>/мес;

Потребность флокулянта в год –  $4,578 \cdot 12 = 54,9$  м<sup>3</sup>/год;

Годовые затраты на флокулянт  $(38 \cdot 54,9) = 2087,5$  тыс.руб,

где 38 руб/кг – стоимость флокулянта (25% геля).



## II. ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ

УДК 004.9:504.06

### ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА (НА ПРИМЕРЕ Г. НОВОКУЗНЕЦКА)

Бухминова А.М.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Криволапова Л.И.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Одной из наиболее острых международных проблем является ухудшения состояния окружающей природной среды. Научно-технический прогресс привел не только к появлению новых эффективных технологий, но и к увеличению техногенного давления на природу, а также к расходованию до опасной черты невозобновляемых природных ресурсов. На новых снимках из космоса [1] видно, насколько пренебрежительно люди обращаются со своей планетой.

Необходимо создать экологический мониторинг в целом для планеты Земля. Планетарный мониторинг должен быть многоуровневым (рисунок 1): глобальный, региональный и локальный мониторинги.

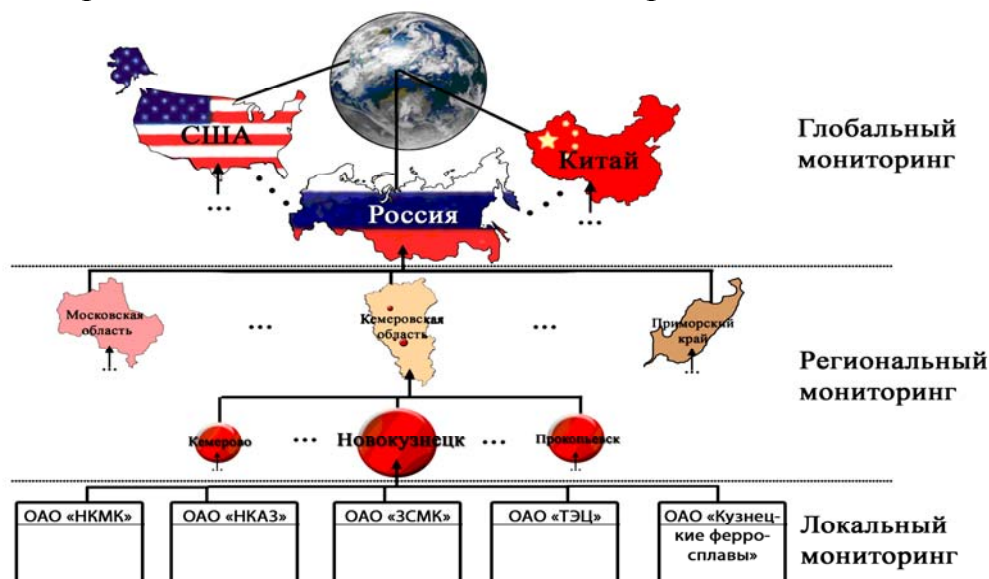


Рисунок 1 – Уровни экологического мониторинга

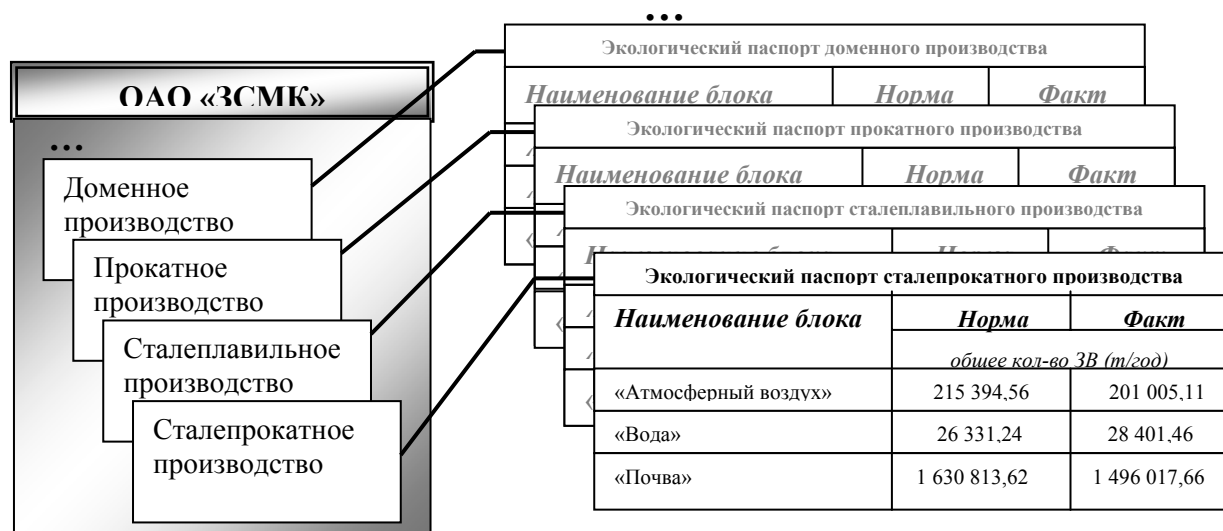
На государственном (глобальном) уровне для оценивания экологического состояния окружающей среды разработана целая система нормативов для экологического проектирования и экологической экспертизы. Одним из стандартов является ГОСТ «Экологический паспорт природопользователя» (ЭПП) – комплексный документ, отражающий

взаимоотношения предприятий с окружающей средой [2].

Внутриобластной уровень (региональный мониторинг) осуществляется в каждом городе.

Локальный мониторинг осуществляется внутри города – на каждом источнике загрязнения (промышленном предприятии).

Конкретизация локального мониторинга осуществлена на примере промышленного г. Новокузнецка, в основе которого использован ЭПП. Вариант ЭПП для каждого источника загрязнения показан на примере ОАО «ЗСМК» на рисунке 2.



*ЗВ* – загрязняющие вещества

Рисунок 2 – Структура экологической паспортизации предприятия-природопользователя ОАО «ЗСМК»

Высокая концентрация промышленных предприятий в нашем городе и сегодняшнее состояние их технологического и очистного оборудования создают сложную экологическую ситуацию. На ОАО «ЗСМК» в Управлении охраной природы осуществляется систематический контроль за соблюдением нормативов и лимитов по выбросам загрязняющих веществ, а постоянное оценивание состояния здоровья населения города Новокузнецка осуществляется в Кустовом медицинском информационно-аналитическом центре (КМИАЦ).

Отсутствие единого мониторинга, отражающего состояние окружающей среды и здоровья населения, является главным недостатком экологического мониторинга на всех уровнях, в то время как люди должны знать, какой вред наносят им промышленные выбросы загрязняющих веществ.

В данной работе представлена разработка информационно-аналитической системы регионального экологического мониторинга.

Решение задачи осуществлялось при следующих условиях.

*Исходные данные и условия задачи:*

1) Информационная система существующего экологического мониторинга предприятия ОАО «ЗСМК».

2) Действующие информационные системы и базы данных, разработанные КМИАЦ.

3) Типовая структура экологического паспорта [2].

4) Методики определения экологического и экономического ущерба [3, 4, 5].

5) Предельные затраты времени на формирование паспорта:  $T \leq 3$  минуты.

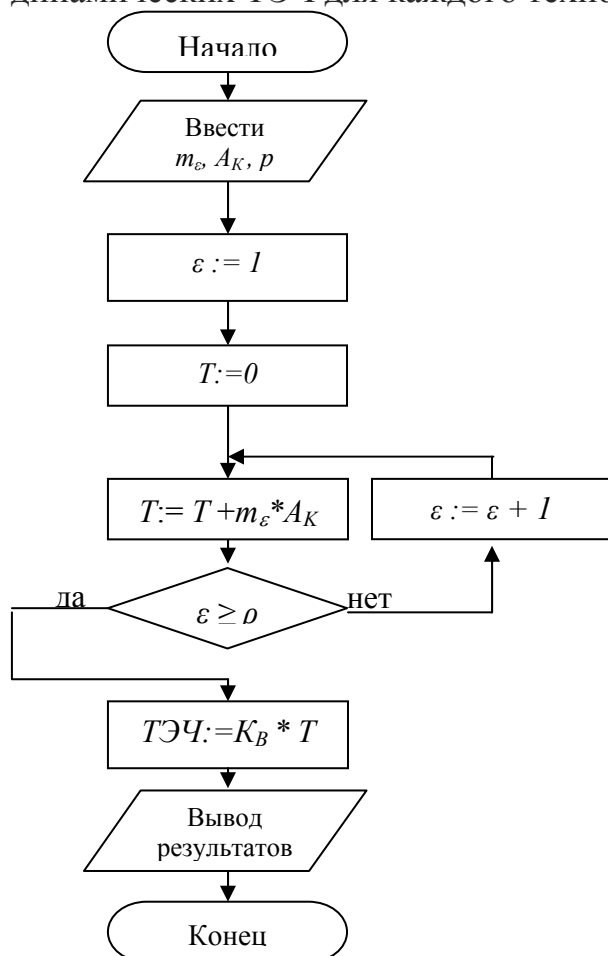
*Требуется:* Разработать единую базу данных для решения следующих задач:

– формирования и сопровождения экологического паспорта каждого предприятия города (на примере ОАО «ЗСМК»);

– расчета динамических экологических показателей ущерба конкретных производственных подразделений предприятий по загрязняющим веществам;

– отображения динамики профзаболеваемости населения.

Из имеющегося разнообразия методов оценивания вреда загрязняющих веществ промышленных предприятий с использованием технологических экологических чисел (ТЭЧ), в качестве прототипа выбрана методика [5]. С опорой, на которую предложен алгоритм расчета динамических ТЭЧ для каждого технологического подразделения (рисунок 3),



в котором:

$m_\varepsilon$  – удельная масса вредных выбросов;

$A_K$  – коэффициент агрессивности  $K$ -го загрязняющего вещества;

$p$  – число технологических компонентов;

$\varepsilon$  – номера технологических компонентов;

$T$  – переменная для промежуточных вычислений;

ТЭЧ – технологическое экологическое число;

$K_B$  – коэффициент перевода стоимостной оценки ущерба к оценке в условных энергетических единицах,  $K_B = 0,15$  кг у.т./т у. выбросов.

Рисунок 3 – Алгоритм расчета ТЭЧ для каждого технологического подразделения

Логическая структура базы данных «Экологический мониторинг» представлена на рисунке 4, которая физически реализована на СУБД Microsoft Access. Однако для удобства работы с базой было решено разработать приложение, реализованное в объектно-ориентированной среде – Delphi (основные окна программы представлены на рисунке 5-10).

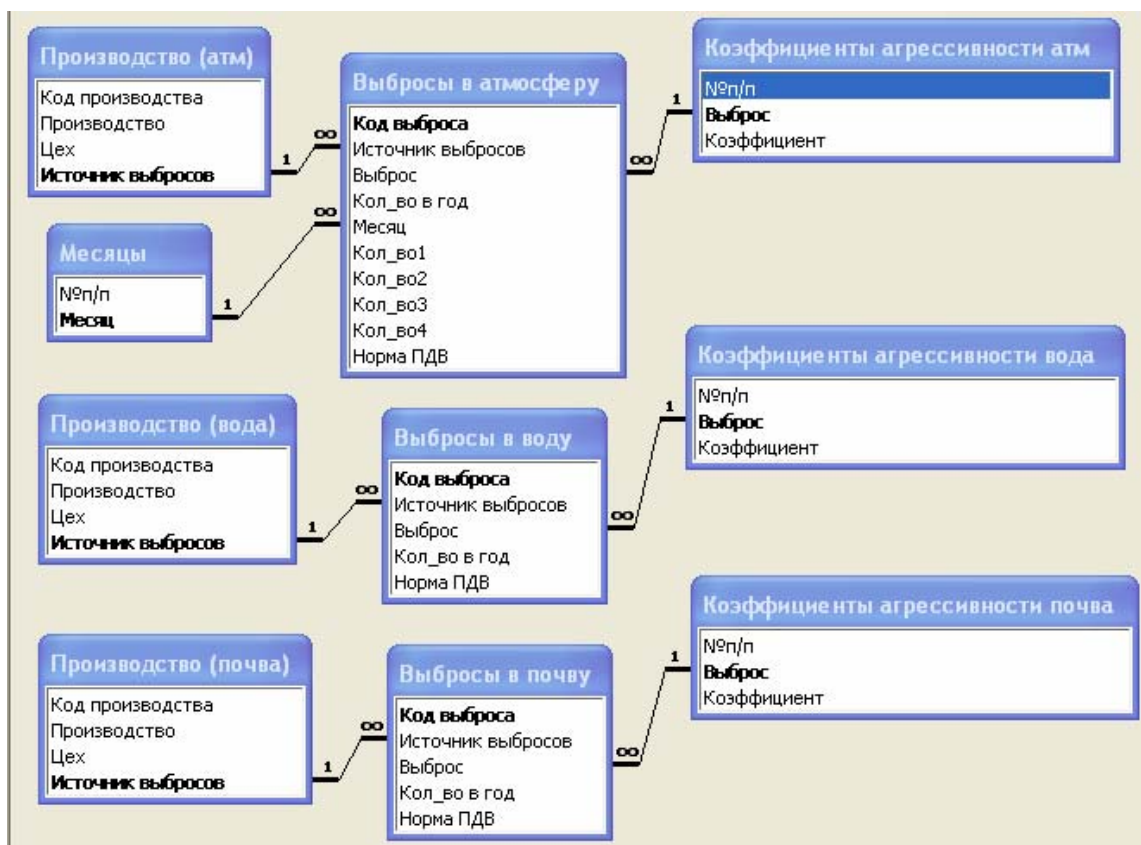


Рисунок 4 – Логическая структура реляционной базы данных «Экологический мониторинг»

В результате работы программы автоматически вычисляются ТЭЧ для шести производств ОАО «ЗСМК» по выбросам загрязняющих веществ в атмосферу, воду и почву.

По данным таблиц «Значения ТЭЧ» строятся диаграммы ТЭЧ, что позволяет акцентировать внимание на те процессы, которые в наибольшей степени загрязняют окружающую среду и предпринять дополнительные меры для улучшения экологической обстановки.

Выполнено автоматическое формирование отчетности в Excel по данным таблиц «Значения ТЭЧ». В отчете помимо значений ТЭЧ указываются общее количество зафиксированных обращений и темп роста (в %) профзаболеваемости работников завода. Был проведен расчет ТЭЧ на примере доменного производства с учетом еженедельных выбросов загрязняющих веществ, представлена динамика ТЭЧ.

В программной реализации БД также отражается динамика профзаболеваемости работников завода за несколько лет.



Рисунок 5 - Главная форма программы

ТЭЧ атмосфера		
Производство	Дата	ТЭЧ
Коксохимическое	02.06.2006	421
Аглозвестковое	02.06.2006	92005,0
Сталепрокатное	02.06.2006	281,0
Прокатное	02.06.2006	16,2
Сталеплавленное	02.06.2006	5354,6
Доменное	02.06.2006	123039,6

ТЭЧ вода		
Производство	Дата	ТЭЧ
Коксохимическое	02.06.2006	122,02
Аглозвестковое	02.06.2006	47,65
Сталепрокатное	02.06.2006	3,94
Прокатное	02.06.2006	1,03
Сталеплавленное	02.06.2006	49,56
Доменное	02.06.2006	4021,94

ТЭЧ почва		
Производство	Дата	ТЭЧ
Коксохимическое	02.06.2006	9,79
Аглозвестковое	02.06.2006	297,2
Сталепрокатное	02.06.2006	17,33
Прокатное	02.06.2006	0,03
Сталеплавленное	02.06.2006	137,86
Доменное	02.06.2006	291,43

Рисунок 6 – Электронная форма «Таблицы» на вкладке «Значения ТЭЧ»

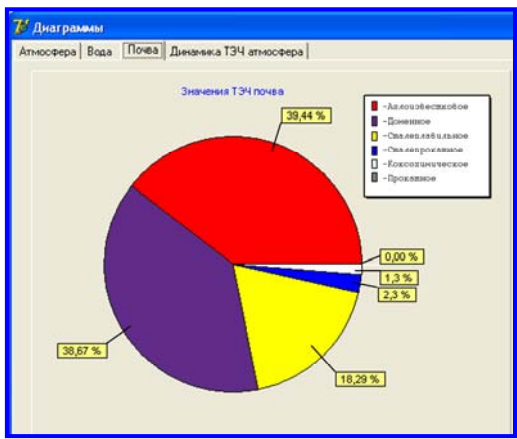


Рисунок 7 – Электронная форма «Диаграмма» на вкладке «Почва»

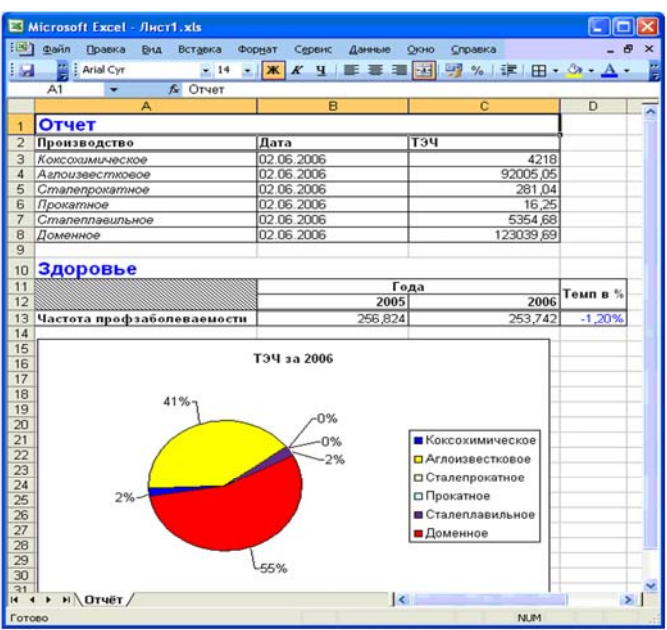


Рисунок 8 – Формирование отчета в Excel



Рисунок 9 – Динамика ТЭЧ (атмосфера) для доменного производства ОАО «ЗСМК»



Рисунок 10 – Электронная форма «Здоровье»

## Библиографический список

1. Штефан Дех. Глобальные изменения. Отпечатки пальцев на планете // GEO. – 2009. – Февраль. – С.45 – 56.
2. Волосастов С.Э. Экологический паспорт предприятия - природопользователя Санкт-Петербурга. / С.Э. Волосастов, В.Н. Гусева, В.И. Семенцов, М.М. Степанов.
3. Симонян Л.М. Экологические критерии оценки различных технологических схем производства стали. / Л.М. Симонян, И.А. Яковлева. // Электromеталлургия. - 2002. - № 11. - С. 39 - 43.
4. Лисиенко В.Г. Методика сквозного энерго-экологического анализа энерготехнологических объектов. / В.Г. Лисиенко, О.Г. Дружинина, В.А. Морозов. //Изв. вузов. Черная металлургия. - 1999. - № 9. - С. 61 - 65.
5. Лисиенко В.Г. Диссипативная методика сквозного энерго-экологического анализа энерготехнологических объектов. / В.Г. Лисиенко, О.Г. Дружинина, В.А. Морозов. // Изв. вузов. Черная металлургия. - 2000. - № 3. - С. 62 - 66.

УДК 662.74:628.56

## **СБОР И УТИЛИЗАЦИЯ ВЫБРОСОВ УСТАНОВКИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОДНОГО ПЕКА**

**Медведская О.О.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Павлович Л.Б.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Проблема защиты водного бассейна особенно остро стоит в коксохимическом производстве. При высокотемпературном пиролизе каменного угля и последующем улавливании и переработке химических продуктов коксования образуется в среднем 5,2 – 8,0 кг/т кокса вредных, специфических выбросов в атмосферу. Выбросы при термической переработке угля разнообразны по составу и свойствам и содержат ряд специфических веществ: фенолы, пиридиновые основания, бензольные углеводороды, ароматические многоядерные соединения, в том числе аценафтен, нафталин, метилнафталины, инден, индан, бензанитрил, дифенил, индол, флуарен, антрацен, фенантрен, пирен, бенз(а)пирени др. Для углекоксовых цехов характерно наличие угольной и коксовой пыли. В коксохимическом производстве процессы осуществляются при относительно низких температурах (900 - 1100°С) и без доступа воздуха, поэтому в результате образуется значительное количество бенз(а)пирена. Наиболее значимыми источниками выбросов канцерогенных веществ в коксохимическом производстве являются агрегаты переработки смолы и пека.

Основная масса выбросов полиароматических углеводородов (ПАУ), в

том числе канцерогенных веществ, приходится на пековый парк и составляет до 65% от общей массы выбросов смолоперерабатывающего цеха (СПЦ). Утилизация выбросов от агрегатов производства пека является наиболее актуальной задачей.

Цель данной работы – разработка технических решений по сбору в коллекторную систему выбросов установки получения электродного пека с утилизацией их подачей в трубопровод прямого коксового газа.

Выбросы пекового отделения смолоперерабатывающего цеха Западносибирского Metallургического Комбината (ОАО «ЗСМК») составляют в настоящее время 848 т/год. Была предложена коллекторная система отбора вредных выбросов, включающих в себя отработанный воздух кубов-реакторов окислительной установки и выбросы из воздушников пекоприемников и сборника пековых дистиллятов. В России коллекторная система для сбора и утилизации вредных выбросов СПЦ используется только на Алтайском коксо-химическом заводе и установке получения электродного пека ОАО «ЗСМК».

Принципиальная схема коллекторной системы сбора и транспортировки выбросов при производстве электродного пека на окислительной установке представлена на рисунке 1.

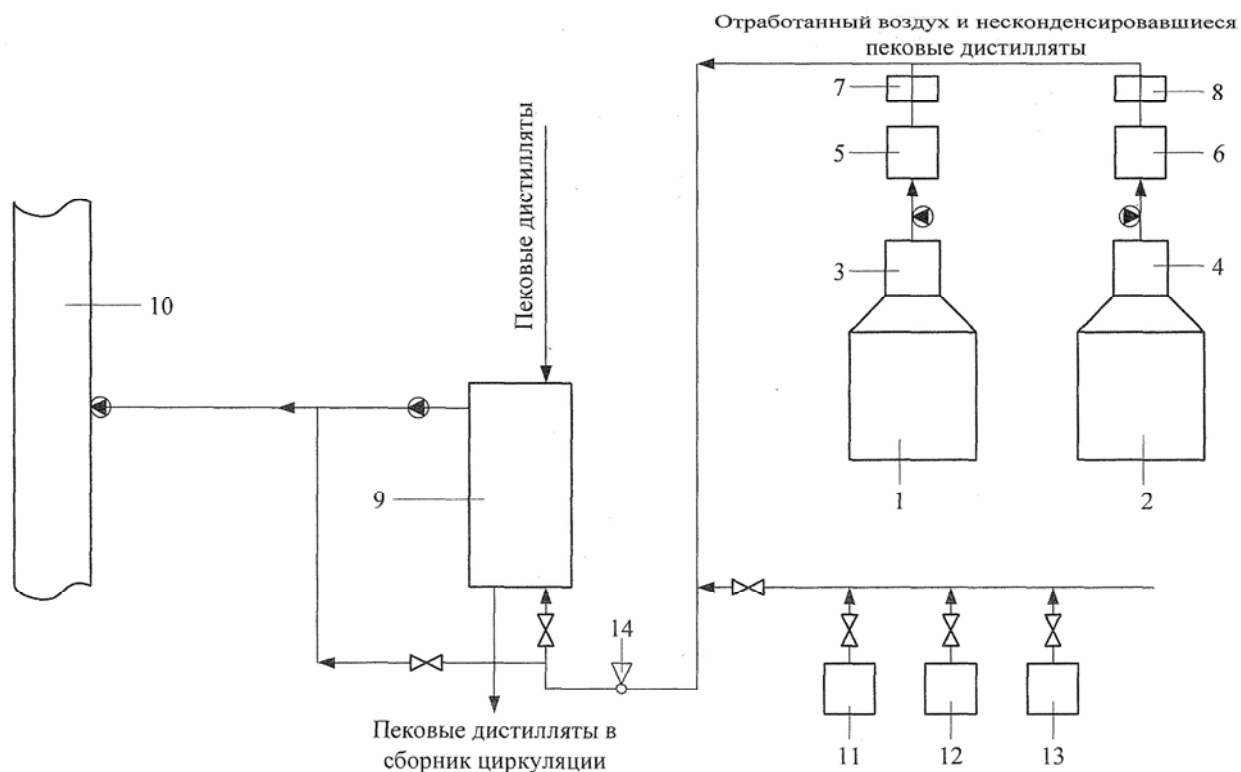


Рисунок 1 – Принципиальная схема коллекторной системы сбора и транспортировки выбросов установки окисления пека

1,2 – кубы-реакторы; 3,4 – отбойная колонка; 5,6 – конденсатор-холодильник; 7,8 – сепаратор; 9 – скруббер-промыватель; 10 – трубопровод прямого коксового газа; 11,13 – сборник пековых дистиллятов; 14 - регулирующий клапан

Окислительная установка получения электродного пека состоит из двух кубов-реакторов (1,2) для окисления пека, в которые подается воздух и пеновые дистилляты в качестве пластификатора с целью термоокисления пека и доведения его до свойств, соответствующих требованиям ГОСТ. При этом образуется отработанный воздух, насыщенный парами ПАУ, который поступает на очистку в скруббер (9), орошаемый поглощающим маслом. Кроме того, в схеме установки есть следующее емкостное оборудование: сборники пековых дистиллятов (11,13) и устройство циркуляции пековых дистиллятов (13), откуда выбросы затем поступают на очистку в скруббер (9).

Для организации коллекторной системы воздушники аппаратов трубопроводами подсоединены к центральному коллектору. Воздушники отглушены от атмосферы. Для предотвращения повреждения емкостей установки при опорожнениях и подсосах воздуха используется подвод ко всем сборникам технического азота, имеющего давление +30 - +50 мм вод. ст., который автоматически компенсирует снижение давления в емкостях установки.

Центральный коллектор через регулятор давления соединяется с трубопроводом прямого коксового газа, находящимся под разрежением, которое поддерживается на уровне -30 - -10 мм вод. ст. Все коллекторы проложены с пароспутниками и в изоляции. Температура в коллекторах составляла в период обследования не менее 70°C. Для сбора возможного конденсата органических соединений все трубопроводы проложены с уклоном 1:200 в сторону конденсаторов, конденсатоотводчиков или емкостей. Для предотвращения образования в центральном коллекторе отложений установлен промыватель паров (скруббер), который орошается пековыми дистиллятами или поглотительным маслом с температурой 65 - 70°C для поглощения части органических примесей и воды. Промыватель паров – вертикальный колонный аппарат с насадкой из просечного железа.

В центральном коллекторе установлены конденсатоотводчики органических соединений, а также люки для механической чистки от отложений поглотительным маслом.

Важное значение для работы коллекторной системы и взрывобезопасности подачи выбросов в трубопровод прямого коксового газа является наличие в них нужного количества кислорода. Количество воздушных выбросов с установки получения электродного пека может достигать 600  $\text{м}^3/\text{ч}$  с содержанием в них до 3% об. кислорода и, кроме того, 24,8  $\text{м}^3/\text{ч}$  выбросов емкостной аппаратуры с содержанием 21% об. кислорода. Количество коксового газа с коксовой батареи в трубопроводе – 45 тыс.  $\text{м}^3/\text{ч}$ . Исходя из перечисленных условий, количество кислорода в суммарных воздушных выбросах составляет 4,2  $\text{м}^3/\text{ч}$ , содержание кислорода в коксовом газе увеличится на 0,049% об. То есть это количество дополнительного кислорода в сумме с имеющимся в коксовом газе 0,4 – 0,8% об. кислорода не превосходит допустимого значения содержания кислорода в 1% об.



Контроль за выбросами установки проводился в течение 7 месяцев. Наблюдение велось лишь по нескольким загрязняющим веществам.

Содержание загрязняющих веществ на входе в газопровод прямого коксового газа при фактических технологических параметрах представлен в таблице 1. На содержание выбросов влияло:

- расход воздуха на окисление;
- наличие пластификатора;
- количество пластификатора;
- состав пластификатора.

Таблица 1 – Концентрация загрязняющих веществ на входе в газопровод коксового газа с установки производства пека

№ опы-та	Технологические параметры работы кубов-реакторов							Содержание загрязняющих веществ, мг/м <sup>3</sup>				Сумма загрязняющих веществ, г/м <sup>3</sup>
	Расход воздуха, м <sup>3</sup> /ч	Количество пластификатора, м <sup>3</sup> /ч	Наименование пластификатора	Количество дистиллятов на орошение скруббера, кг/ч	Температура, °С		Разряжение в кубе-реакторе, мм.вд.ст.	NH <sub>3</sub>	фенол	нафталин	HCN	
					пека после II ступени	жидкой фазы в кубе-реакторе						
1	15	0,4	Пек.дист.+п огл.фр	2400	373	366	145	9140	34,1	1934,0	37,0	11,4
2	15	0,4	Пек.дист.+п огл.фр	2400	360	350	0	19021	11,7	539,6	8,93	19,58
3	отс.	0,4	Пек.дист.+п огл.фр	2500	358	334	150	9367	18,0	12034	1,43	21,4
4	30	0,2	Пек.дист.+п огл.фр	2400	373	356	163	19060	3,97	618	0,285	19,68
5	5	0,3	Пек.дист.+п огл.фр	2520	359	329	168	24480	16,3	4261,7	0,9	28,65
6	15	1,0	Пек.дист.+п огл.фр	2500	374	343	63	18360	11,8	3408,2	0,18	21,78
7	отс	отс	отс	3570	368	372	165	11687	5,73	885,9	0,3	16,65*
8	20 (азот)	1,2	Смесь антр.фр	3670	368	346	159	16903	36,2	1337,2	3,6	18,28
9	20	отс	отс	2500	354	337	157	9,08	0,77	463,0	0,25	3,45*
10	30	отс	отс	2500	372	368	167	91,0	0,76	431,4	0,26	0,52

\* - в сумме с содержанием ПАУ

Минимальное содержание органических загрязняющих веществ наблюдалось при отсутствии пластификатора. Максимальное содержание выбросов наблюдалось при низком расходе воздуха, подаче в качестве пластификатора смеси пековых дистилляторов и поглотительной фракции, т.е. веществ с более низкой температурой кипения.

Полученные данные показали, что сумма загрязняющих веществ в период обострения не превышала расчетных норм (45 г/м<sup>3</sup>) и составляла от 0,47 до 28,68 г/м<sup>3</sup>, что свидетельствует о резерве для подключения воздушников всего емкостного оборудования СПЦ.

Приведенные в таблице 2 данные показывают, что в выбросах, поступающих в коллектор, объемная концентрация как отдельных компонентов, так и суммы органических примесей ниже, чем наименьшее значение нижнего предела взрываемости компонентов паров (0,3% для фенола). При температуре 120°С концентрация суммы органических примесей приближается к этой цифре (0,245% об), а при температуре 80-90°С эта объемная концентрация снижается в 1,5 раза. Поэтому целесообразно поддерживать в коллекторной системе температуру порядка 80-90°С, при которой исключается возможность возникновения взрывоопасных концентраций, а также возможность кристаллизации органических смесей.

Таблица 2 – Пределы взрываемости и концентрации основных компонентов

Компонент	Пределы взрываемости, % об		Объемная концентрация примесей, %	
	нижний	верхний	при 90°С	при 120°С
Нафталин	0,37	6,9	0,018	0,056
Фенол	0,3	2,4	0,002	0,005
Пиридин	1,8	12,4	0,001	0,02
Всего примесей			0,21	0,245

Предложенное техническое решение снижает выбросы особо опасных вредных соединений в атмосферу на 114 т в год.

УДК 316.4.06 : [ 658.345 : 622.33 ]

## **СОЦИАЛЬНЫЙ КОНТРОЛЬ УСЛОВИЙ И БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА НА УГОЛЬНЫХ ШАХТАХ**

**Кожевников А.А.**

*Кемеровский государственный университет  
г. Новокузнецк*

Масштабность решаемых в настоящее время в угольной отрасли производственных задач, обуславливает необходимость информационного сопровождения управленческой деятельности, которая затрагивает не только техническую сторону данного процесса, но и долгосрочные социальные интересы работников шахт, а также связанных с ними представителей местных сообществ и населения. При этом усилиями законодателей

устранены полномочия государства по влиянию через горнотехническую инспекцию на систему управления персоналом шахты и по контролю за соблюдением должностными лицами своих функциональных обязанностей, что сразу же сказалось на уровне промышленной и социальной безопасности. Так, в течение последних четырех лет только в одном акционерном обществе «ОУК «Южкузбассуголь» на угледобывающих и вспомогательных предприятиях получили травмы средней тяжести – 776 человек, с тяжким ущербом здоровью – 94, со смертельным исходом – 222 человека. Общую ситуацию, сложившуюся в угольной отрасли, можно охарактеризовать, как достаточно тревожную в сфере безопасности горных работ.

Важным отличием социального контроля от производственного является то, что по своей сути он предполагает, прежде всего, не контроль за тем как выполняются технические предписания, а, в первую очередь, он направлен на выявление социальных причин, которые лежат в основе аварий и несчастных случаев.

В этой связи представляется наиболее целесообразным интегрировать социальный контроль через норму, которая могла быть закреплена в коллективном договоре, в форме проведения с оговоренной периодичностью на угольном предприятии социологической экспертизы. Тем более что через сформировавшийся к концу 1990-х годов в России институт социального партнерства стало возможным реальное осуществление общественного контроля.

В частности, социальный контроль в рамках коллективного договора мог бы сочетаться с предусмотренным Федеральным законом РФ «О профсоюзах, их правах и гарантиях деятельности» (№ 10-ФЗ 12.01.1996 г.) с профсоюзным контролем за состоянием охраны труда и окружающей природной среды, где наряду с представителями соответствующих государственных органов, разрешается беспрепятственное посещение угольных шахт представителям профсоюзов – уполномоченным (доверенным) лицам по охране труда, а также создание собственных инспекций по охране труда, действующих на основании положений, утверждаемых профсоюзами.

Таким образом, по согласованию с представителями органов региональных властей и работодателями профсоюзы могут, а если это закрепить в коллективном договоре, то будут обязаны ввести в состав профсоюзной инспекции по охране труда, экспертов по социальной безопасности, которые в рамках профсоюзного контроля проведут социологическую экспертизу предприятия.

При этом инициатива о включении экспертов, данной направленности, в рамках предписывающего законом порядка допуска на опасные производственные объекты может исходить как от профсоюза и региональных властей, а также от самого работодателя. В этом случае все заинтересованные стороны смогут владеть информацией о происходящих на

угольных шахтах процессах.

В рамках социального партнерства и трехсторонних коллективных договоров данные эксперты получают право беспрепятственно посещать организации независимо от форм собственности и подчиненности, их структурные подразделения, рабочие места, участвовать в расследовании несчастных случаев на производстве и в защите социальных прав и интересов горняков в соответствии с федеральным законодательством.

В случаях выявления нарушений, угрожающих жизни и здоровью работников, эксперты по социальной безопасности могут ходатайствовать перед членами трехсторонней комиссии о немедленном устранении этих нарушений и одновременному обращению в Федеральную инспекцию труда для принятия неотложных мер.

Эксперты по социальной безопасности, в рамках профсоюзной инспекции по охране труда, смогут не только провести осмотр рабочего места, условий труда, а также оценить весь комплекс социальных условий и саму социальную организацию – шахту, постоянно подкрепляя получаемые выводы о системе безопасности сведениями об ее фактическом состоянии.

Говоря об актуальности проведения исследований персонала угольных предприятий при участии соответствующих специалистов, можно привести следующий пример. Так, в ОАО «ОУК «Южкузбассуголь» в течение последних двух лет почти 3 тысячи человек прошли психологическое и психофизиологическое тестирование при приеме на работу и перед направлением на обучение по основным горным профессиям. В результате, 10–15 % респондентов показали результаты, не совместимые с требованиями профессиональной деятельности на опасном производственном объекте, по таким характеристикам, как «низкая переключаемость внимания, пониженная способность к его концентрации», «низкий уровень стрессоустойчивости», «низкий уровень технической сообразительности».

В части, касающейся социальных конфликтов, контрольные функции при тех же согласительных и трехсторонних комиссиях должны при участии экспертов в области социальной безопасности проявляться не только в том, чтобы локализовать противоречия, а сколько в анализе условий, их порождающих, и в упреждении данных негативных ситуаций.

Таким образом, интегрируя в нормы коллективных договоров возможность привлечения экспертов по социальной безопасности, можно тем самым обеспечить внедрение инновационных подходов в социальной сфере угольных шахт. В этом случае, как ни банально звучит, данный подход позволит основные усилия направить, в первую очередь, на создание такой «культуры безопасности производства», в рамках которой социальные роли и обусловленные ими отношения, формировали бы у рабочих устойчивую мотивацию и заинтересованность в осуществлении постоянного контроля за возникающими угрозами при их производственной деятельности, а также на повышение эффективности системы обмена

информацией, позволяющей доводить до каждого управленческого уровня, а также представителей трехсторонних комиссий, о выявленных негативных признаках.

Повышение не ответственности, а роли рабочих в системе безопасности, обусловлено тем, что в случае аварии они непосредственно рискуют своими жизнями и здоровьем. В совокупности с другими элементами системы менеджмента промышленной безопасности и охраны труда социальный контроль является эффективным инструментом, который, попав в умелые руки руководства и специалистов организации, позволит планомерно снизить затраты работодателя на обеспечение промышленной безопасности и соблюдение норм охраны труда. В результате данной деятельности соответственно повысится социальная безопасность и стабильность в обществе.

#### Библиографический список

1. Годовой отчет о деятельности Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору в 2007 году / Колл. авт. под общ. ред. К.Б. Пуликовского. – М.: Открытое акционерное общество «Научно–технический центр по безопасности в промышленности», 2008. – 548 с.

2. Пуликовский К.Б. Датчик мог быть закрыт мокрой тряпкой или вообще сломан [Электронный ресурс] // Время новостей. 2007. № 114. Режим доступа: [www.vremya.ru/2007/114/4/181854.html](http://www.vremya.ru/2007/114/4/181854.html).

3. Кондратьев С.Ю. Социологические аспекты вопросов обеспечения безопасности, на опасном производственном объекте [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://hazard.fromru.com/Seminar/8/Kondrtv.htm>.

УДК 662.74:628.56

### **ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В СТОКАХ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА**

**Бальцер Д.В., Булис Т.А.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Павлович Л.Б.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Среди различных классов промышленных канцерогенов наиболее распространенными являются полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), оценка специфического действия которых ведется по индикатору канцерогенности бенз(а)пирену (БП).

Данные по содержанию ПАУ, в том числе БП в сточных водах весьма ограничены. При изучении содержания БП в воде водоемов обнаружено его накопление в различных объектах водной среды. Значительные

концентрации БП обнаружены в донных отложениях, высших водных растениях, моллюсках, рыбах. При отмирании растений, моллюсков, рыб БП переходит в донные отложения, а из них в воду. В водоемах осуществляется постоянный процесс микроциркуляции БП и если в атмосфере, в верхних слоях почвы под действием ультрафиолетовых лучей БП разлагается, то в водоемах этот процесс весьма затруднен. В литературе нет данных по содержанию БП в сточных водах коксохимических производств (КХП) металлургических предприятий.

Таким образом, исследование содержания БП в стоках коксохимического производства является актуальной задачей.

Цель данной работы – определение содержания полициклических ароматических углеводородов в промышленных стоках отдельных цехов коксохимического производства, стоках поступающих на биохимическую очистку (БХУ) и после очистки.

Исследование выполнено на ОАО «Западно-сибирском металлургическом комбинате» (ОАО «ЗСМК») и ОАО «Западно-сибирском испытательном центре» (ОАО «ЗСИЦ»).

Пробы отбирались в соответствии с ГОСТ Р 51592-2000 Вода. Общие требования к отбору проб.

Анализ БП и сопутствующих ему 15 наиболее распространенных ПАУ определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии на хроматографе фирмы «Shimadzu» с флуориметрическим детектором RF-10FXU по методу испытаний ПНД Ф 14.1:2:4.70-96.

Изучено содержание БП в конденсате коксового газа коксовых цехов (КЦ), стоках смолоперерабатывающего цеха (СПЦ), бензолно-ректификационного цеха (БРЦ), цеха фталевого ангидрида (ЦФА), аммиачной воде цеха химического улавливания (ЦХУ), фенольном сборнике БХУ, в поступающей воде БХУ, и после нее.

Выполнен пересчет поступления БП и ПАУ с учетом расхода воды в г/сут.

Результаты исследований представлены в таблице.

Таблица – Объем и анализ стоков коксохимического производства

Показатели	Содержание углеводородов, мг/дм <sup>3</sup>							
	Сток цехов				Аммиачная вода	Фенольный сборник	Поступающая вода на БХУ	Очищенная вода БХУ
	КЦ	СПЦ	БРЦ	ЦФА				
Объем стоков, дм <sup>3</sup> /сут	480000	600000	1320000	240000	2160000	2640000	4800000	4800000
Анализ стоков								
Нафталин	6,657	0,28	13,563	1,009	20,0001	14,96	5,19	0,0001
Аценафтилен	0,079	0,0738	1,058	0,0252	0,000025	1,111	0,384	0,000025
Флуорен	3,646	3,981	2,838	1,37	0,000025	1,47	0,119	0,00321
Аценафтен	0,57	0,614	0,981	0,265	0,000025	0,54	0,101	0,000025
Фенантрен	1,112	1,552	0,715	0,424	0,0137	0,728	0,0833	0,00112

Продолжение таблицы

Показатели	Содержание углеводородов, мг/дм <sup>3</sup>							
	Сток цехов				Аммиачная вода	Фенольный сборник	Поступающая вода на БХУ	Очищенная вода БХУ
	КЦ	СПЦ	БРЦ	ЦФА				
Антрацен	0,206	0,282	0,109	0,0804	0,000004	0,0981	0,0057	0,00025
Флуорантен	0,0508	0,583	0,07	0,061	0,0125	0,0978	0,0227	0,00409
Пирен	0,0292	0,306	0,0321	0,048	0,0235	0,0803	0,0276	0,00164
Бенз[а]антрацен	0,00478	0,121	0,00482	0,2162	0,00011	0,00715	0,00365	0,00015
Хризен	0,0057	0,138	0,0073	0,0188	0,000281	0,00665	0,0051	0,00033
Бенз[а]пирен	0,00314	0,0946	0,00493	0,0138	0,000004	0,00262	0,0007	0,00024
Бенз[к]флуорантен	0,00019	0,0443	0,00218	0,0057	0,000004	0,00136	0,00054	0,00011
Бенз[б]флуорантен	0,00284	0,0729	0,00359	0,00449	0,000025	0,00186	0,00035	0,00048
Бенз[g,h,i]перилен	0,00326	0,0538	0,000025	0,00525	0,000025	0,00077	0,000025	0,000075
Индено[1,2,3-cd]пирен	0,00099	0,0784	0,00493	0,00545	0,000025	0,00101	0,000025	0,000081
Дибензо[а,h]антрацен	0,000025	0,000025	0,000025	0,000025	0,000025	0,000025	0,000025	0,000025
Содержание БП, г/сут	1,51	56,76	6,51	3,31	0,01	6,92	3,36	1,15
Содержание ПАУ, г/сут	5938,04	4964,90	25599,95	852,56	43308,82	50441,54	28529,83	57,36

Анализ полученных данных показал, что наибольшее содержание БП содержится в стоках СПЦ. Большое количество ПАУ поступает с БРЦ и аммиачной водой ЦХУ. Степень очистки сточных вод на БХУ от БП составляет 65,7%, от ПАУ - 99,79%.

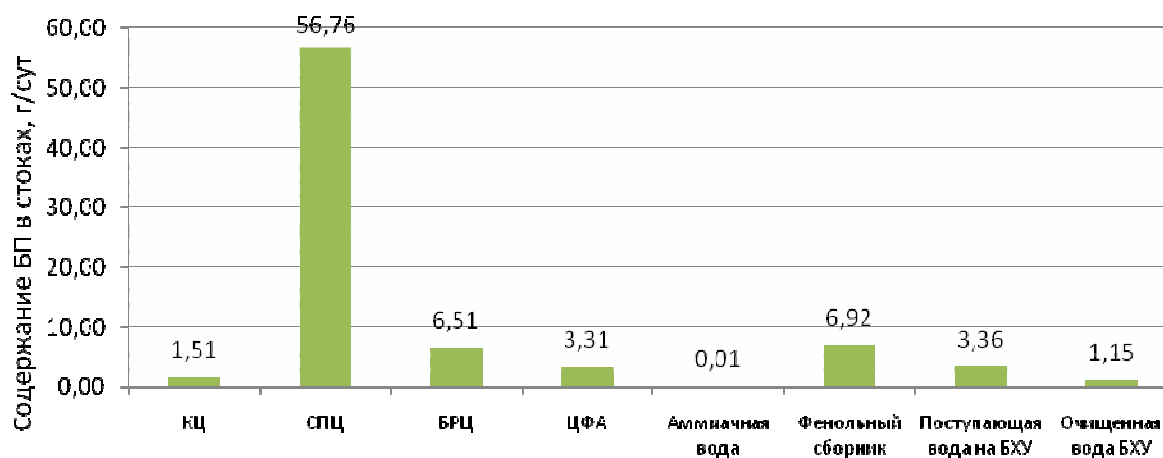


Рисунок 1 – Содержание бенз[а]пирена в сточных водах КХП, г/сут.

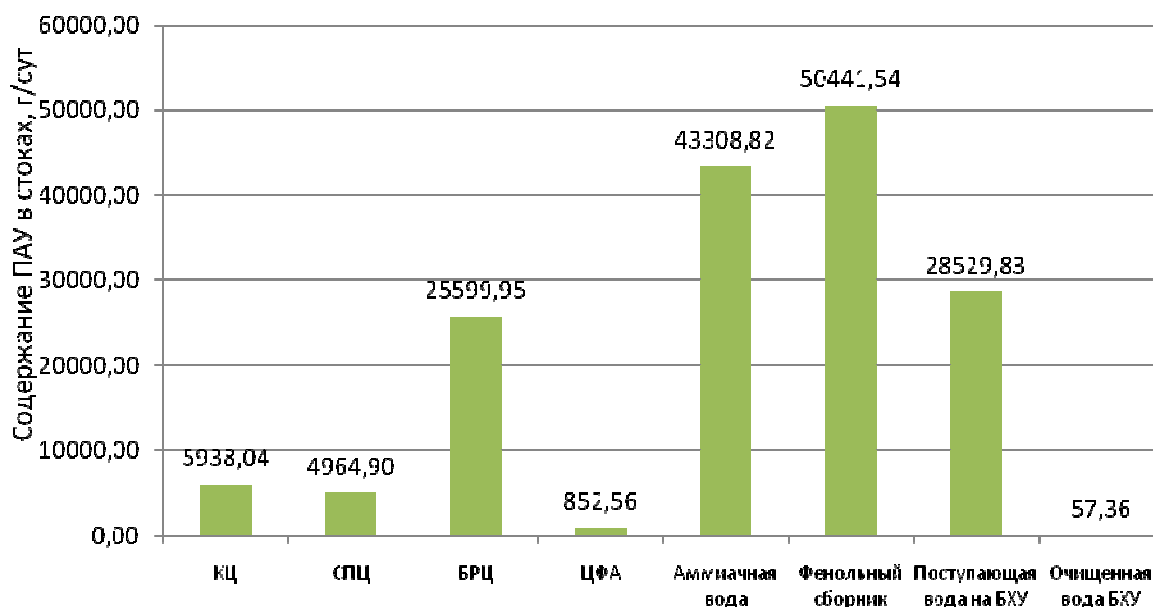


Рисунок 2 – Содержание ПАУ в сточных водах КХП, г/сут.

Тем не менее, ПДК БП в воде водоемов не должна превышать 0,00004 мг/дм<sup>3</sup>, по существующей схеме очистки содержание БП после БХУ составляет 0,00024 мг/дм<sup>3</sup>, что в 6 раз превышает ПДК.

УДК 662.74Ж628.56

## ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АКСИОМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА К КОНТРОЛЮ КАЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД

Булис Т.А.

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Павлович Л.Б.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Важной и необходимой предпосылкой рационального управления охраной водных объектов на промышленных предприятиях выступает мониторинг источников загрязнений водной среды, загрязненности сточных вод и состояния рек-водоприемников. Нормативными требованиями при проведении мониторинга влияния сточных вод предприятия на водный объект предусматриваются три точки отбора проб воды: в месте сброса сточных вод, выше и ниже по течению водотока от места сброса. Для эффективного управления качеством сточных вод и прогнозирования влияния их на водный объект необходимо характеризовать водохозяйственную систему предприятия в целом, что предусматривает значительное расширение числа контролируемых факторов, точек контроля и анализируемых проб относительно предусмотренных требованиями нормативных документов. Целью мониторинга является получение



необходимой и достоверной информации для принятия управляющих решений, в том числе и в области нормирования нагрузки на очистные сооружения. Обработка первичных данных мониторинга сточных вод традиционно основана на определении среднеарифметической величины результатов химического анализа за временной промежуток. Качество сбрасываемой воды признается удовлетворительным, если средние значения содержания в ней вредных веществ не превышают значений нормативной концентрации. Индивидуальные наблюдения игнорируются, хотя при этом доля значений, превышающих нормативные показатели, может быть достаточно велика, а среднее значение за этот же промежуток времени даст удовлетворительный результат.

Таким образом, применение традиционного метода обработки данных, используемого при контроле качества сточных вод, не учитывает эпизодичность и недостаточную частоту отбора проб, рассредоточенность точек отбора, индивидуальные измерения, что приводит к искажению получаемой информации.

Целью исследования, проводимого в данной работе, является возможность использования принципов аксиоматического анализа статистических данных, сформулированных в работе профессора В.В. Швыркова, применительно к контролю качества сточных вод.

За основу проведения исследований взяты временные ряды значений содержания взвешенных веществ, полученных в лаборатории экологического мониторинга Западно-Сибирский металлургический комбинат (ОАО «ЗСМК») в результате ведения мониторинга качества сточных вод, сбрасываемых в водный объект после пруда-охладителя (таблица 1).

Таблица 1 – Содержание взвешенных веществ в воде после пруда-охладителя

Дата	Взвешен. вещ-ва, мг/дм <sup>3</sup>	Дата	Взвешен. вещ-ва, мг/дм <sup>3</sup>	Дата	Взвешен. вещ-ва, мг/дм <sup>3</sup>	Дата	Взвешен. вещ-ва, мг/дм <sup>3</sup>
04.01	2,0	16.03	7,0	16.06	6,0	12.09	4,0
06.01	2,0	18.03	6,2	19.06	2,0	15.09	7,0
09.01	2,0	22.03	2,0	21.06	5,0	19.09	6,0
11.01	2,0	24.03	5,0	23.06	7,0	22.09	5,0
13.01	2,0	27.03	4,0	26.06	7,0	26.09	8,0
14.01	2,0	03.04	2,0	04.07	6,0	29.09	7,0
19.01	2,0	06.04	7,0	06.07	3,0	03.10	10,0
21.01	2,0	10.04	6,0	10.07	4,0	06.10	11,0
24.01	2,0	12.04	6,0	14.07	5,0	10.10	6,0
26.01	4,0	18.04	4,0	18.07	4,0	13.10	7,0
31.01	3,0	20.04	7,0	20.07	7,0	17.10	8,0
02.02	5,6	26.04	6,0	24.07	3,0	20.10	4,5
04.02	4,0	02.05	6,0	28.07	4,0	23.10	6,0

Продолжение таблицы 1

Дата	Взвешен. вещ-ва, мг/дм <sup>3</sup>	Дата	Взвешен. вещ-ва, мг/дм <sup>3</sup>	Дата	Взвешен. вещ-ва, мг/дм <sup>3</sup>	Дата	Взвешен. вещ-ва, мг/дм <sup>3</sup>
09.02	12,0	05.05	3,0	01.08	4,0	27.10	5,0
12.02	5,0	10.05	2,0	04.08	6,0	03.11	7,0
16.02	2,0	12.05	3,0	07.08	6,0	08.11	6,0
19.02	8,0	15.05	4,0	11.08	5,0	10.11	7,0
23.02	4,0	19.05	6,0	15.08	5,0	14.11	5,0
26.02	8,0	22.05	7,0	18.08	4,0	17.11	5,5
28.02	10,0	25.05	3,0	21.08	4,0	21.11	2,5
01.03	9,0	31.05	7,0	25.08	5,0	23.11	4,0
04.03	8,0	02.06	5,0	29.08	7,0	28.11	6,0
06.03	8,0	06.06	4,0	01.09	5,0	01.12	5,0
10.03	6,0	09.06	7,0	05.09	6,0	05.12	6,0
13.03	6,0	13.06	8,5	07.09	7,0	07.12	4,3

Исследуем выборки из восьми наблюдений, что примерно соответствует периоду в один месяц. Исходные данные выборок приведены в таблице 2. Для примера подробно рассмотрим выборку № 2. Предположим, что она однородна, т.е. репрезентативна однородной невидимой генеральной совокупности (ОНГ). Проведем проверку этой предпосылки с помощью трех принципов: порядка, сходства, соответствия.

Проверка однородности статистической выборки производится на базе эмпирического значения репрезентативности (ЭЗР). Расчет ЭЗР выполняется в два этапа. На первом шкала «g» (относительные величины) заменяет шкалу «x» (абсолютные величины). На втором этапе шкала «v» (эмпирические значения репрезентативности) заменяет шкалу «g» (таблица 3).

Таблица 2 – Исходные выборки для проверки репрезентативности

№ выборки	Индивидуальные измерения $x_i$								Среднее $\bar{x}$	Размах $r$
	$x_1$	$x_2$	$x_3$	$x_4$	$x_5$	$x_6$	$x_7$	$x_8$		
1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	0
2	2	4	3	5,6	4	12	5	2	4,7	10
3	8	4	8	10	9	8	8	6	7,6	6
4	6	7	6,2	2	5	4	2	7	4,9	5
5	6	6	8	4	7	6	6	3	5,8	5
6	2	3	4	6	7	3	7	5	4,6	5
7	4	7	8,5	6	2	5	7	7	5,8	6,5
8	6	3	4	5	4	7	3	4	4,5	4
9	4	6	6	5	5	4	4	5	4,9	2
10	7	5	6	7	4	7	6	5	5,9	3
11	8	7	10	11	6	7	8	4,5	7,7	6,5
12	6	5	7	6	7	5	5,5	2,5	5,5	4,5

Таблица 3 – Преобразование значений в переменные ЭЗР

$\bar{x}$	$d =  x - \bar{x} $	$g = 1 - \frac{d}{d_{\max}}$	$v = \frac{g}{g_{\max}}$
2,0	2,7	0,63	0,66
2,0	2,7	0,63	0,66
3,0	1,7	0,77	0,80
4,0	0,7	0,90	0,94
4,0	0,7	0,90	0,94
5,0	0,3	0,96	1,00
5,6	0,9	0,88	0,91
12,0	7,3	0,00	0,00
$\bar{x}^{cp}$	$d_{\max}$	$g_{\max}$	$\bar{v}$
4,70	7,3	0,96	0,74

Стандартное отклонение рассчитывается по формуле:

$$S(x) = \sqrt{\frac{\sum (x - \bar{x})^2}{N}} =$$

$$= \sqrt{\frac{2,7^2 + 2,7^2 + 1,7^2 + 0,7^2 + 0,7^2 + 0,3^2 + 0,9^2 + 7,3^2}{8}} = 3,013$$

Асимметрия для ЭЗР рассчитывается по формуле:

$$sk(x) = \frac{\sum (x - \bar{x})^3}{N \cdot S(x)^3} = \frac{2,7^3 + 2,7^3 + 1,7^3 + 0,7^3 + 0,7^3 + 0,3^3 + 0,9^3 + 7,3^3}{8 \cdot 3,013^3} = 1,575.$$

**Принцип порядка.** Вычисленные ЭЗР пригодны для последующего анализа статистической выборки, если они удовлетворяют условию принципа порядка, то есть если ЭЗР распределены в пределах интервалов теоретических значений репрезентативности (ТЗР). В нашем случае ЭЗР распределены в пределах ТЗР типа Д (имеется 75% репрезентативных сложных событий) (таблица 4), т.е. принцип порядка выполняется.

Таблица 4 – Принцип порядка

Интервалы ТЗР		ЭЗР
0	0	0
1	0,51 – 1,00	0,66; 0,66; 0,80
1	0,51 – 1,00	0,94; 0,94; 0,91
1	1	1

**Принцип сходства.** Далее проверяется выполнение требований принципа сходства между распределениями ЭЗР и ТЗР. Репрезентативное

распределение ТЗР есть ожидаемое распределение, представленное в виде вероятностного распределения Бернулли. Вид этого распределения обусловлен условием  $p = \bar{v} = 0,74, q = 1 - p = 0,26$  (таблица 5). Это условие гарантирует полную сопоставимость двух совокупностей, так как их размах колебаний также одинаковый: от 0 до 1.

Таблица 5 – Распределение ТЗР

$y$	$p(y)$
0	$0,26 = q$
1	$0,74 = p$
Итого	1,00

Сходство между двумя этими распределениями измеряется с помощью коэффициентов асимметрии или эксцесса. В нашем примере применяется коэффициент асимметрии, так как  $\bar{v} \neq 0,5$ . Тогда расчет коэффициента сходства выполняется с применением выражения:

$$K_c = 1 - \frac{|sk(v) - sk(y)|}{|sk(y)|} \quad sk(v) = \frac{\sum (v - \bar{v})^3}{N \cdot S(v)} = -1,605$$

$$sk(y) = \frac{q - p}{\sqrt{q \cdot p}} = -1,090 \quad K_c = 1 - \frac{|-1,605 - (-1,090)|}{|-1,090|} = 0,53$$

Коэффициент сходства равен  $53\% > 50\%$ . Следовательно, отклонение распределения ЭЗР от распределения ТЗР не существенно, принцип сходства выполнен.

**Принцип соответствия.** Переменные распределений ЭЗР и ТЗР должны соответствовать одному типу набора однородных невидимых выборок (сложных событий). Мы располагаем двумя совокупностями данных: наблюдаемые и ненаблюдаемые. Наблюдаемая совокупность представлена в абсолютных величинах  $x$  и относительных величинах ЭЗР типа Д. Ненаблюдаемая совокупность представлена в условных единицах  $y$  и в относительных величинах ТЗР. Так как наши данные имеют положительную асимметрию ( $sk(x) = 1,575 > 0$ ), то согласно третьей аксиоме вероятность благоприятного события ОНГ  $P < 0,5$ . Зная вероятности благоприятных событий ОНГ и ТЗР ( $P < 0,5, p > 0,5$ ) определяем тип набора сложных событий, который формирует переменную распределений ТЗР. Это тип набора соответствует типу С (имеется 50 % репрезентативных сложных событий).

Таким образом, переменные распределений ЭЗР и ТЗР соответствуют разным типам наборов сложных событий: ЭЗР соответствует типу Д, а ТЗР – типу С, т.е. условие принципа соответствия не соблюдается, соответственно наше предположение об однородности рассматриваемой выборки не верно.

Следуя вышеприведенной логике, исследованы остальные выборки. Результаты приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты проверки однородности выборок

№	sk(x)	$\bar{v}$	sk(v) или kr(v)	sk(y) или kr(y)	Kc	Принцип		
						порядка	сходства	соответствия
3	-0,866	0,71	-0,909	-0,934	0,97	+	+	+
4	-0,488	0,44	0,122	0,252	0,48	+	-	+
5	1,479	0,65	-0,463	-0,629	0,74	-	+	-
6	0,054	0,44	0,307	0,224	0,63	-	+	-
7	-0,646	0,61	-0,840	-0,441	0,10	-	-	-
8	0,648	0,69	-0,660	-0,809	0,82	+	+	+
9	0,222	0,47	0,351	0,125	-0,81	-	-	-
10	-0,391	0,55	0,011	-0,216	-0,05	+	-	+
11	0,184	0,58	-0,378	-0,338	0,88	+	+	+
12	-1,037	0,67	-1,152	-0,707	0,37	-	-	-

Результаты проведенных расчетов таковы: только четыре выборки (№ 1, №3, № 8, № 11) репрезентативны ОНГ, а значит, однородны. Таким образом, качество сточных вод после очистного сооружения стабильно только в пределах этих выборок, в остальных случаях работа очистного сооружения не удовлетворительна.

Выводы: Данный метод проверки однородности данных химического анализа воды при ведении мониторинга, на основе принципов аксиоматического анализа, предложенных профессором В.В. Швыркова, может быть применим к контролю качества сточных вод и рекомендован в качестве методики для оценки работы очистных сооружений и управления системой очистки сбрасываемых вод.

#### Библиографический список

1. Швырков В.В. Тайны традиционной статистики Запада. – М.: Финансы и статистика, 1998 г. – 144 с., ил.

## **К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМАХ РОССИЙСКОЙ АВТОМОБИЛИЗАЦИИ**

**Покровская О.Д.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Воскресенская Т.П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Человечество как биологический вид и социальная общность неразрывно связано с процессами, происходящими в окружающей среде, и во все возрастающих масштабах не только черпает из нее ресурсы, но и загрязняет отходами, продуктами жизнедеятельности. Все, что выброшено, остается с нами.

В настоящее время население Земли достигло шестимиллиардной величины. Несколько поколений, многие сотни миллионов людей живут в трансформированной природной среде (в мегаполисах, городских агломерациях, на освоенных территориях), пытаются приспособиться, адаптироваться к ней. Однако сформированный в процессе эволюции человеческий организм весьма чувствителен к изменению параметров окружающей среды. В большинстве стран мира вопросы обеспечения экологического благополучия выходят за рамки принятия конкретных инженерно-технических программ и решений, и все более приобретают социально-экономическое звучание.

В последние годы классифицированы отдельные источники негативного воздействия транспортных объектов на окружающую среду, установлены причинно-следственные связи для управления уровнем экологической безопасности транспортного комплекса. Установлена мера экологической безопасности (чистоты) транспортных средств различного назначения и экологические требования к этим объектам, т.к. автотранспорт создаёт мощную техногенную нагрузку на окружающую среду.

Транспортный комплекс представляет собой технико-экономическую структуру, предназначенную для перевозки грузов и людей, и включает: 1) систему проектирования, строительства, реконструкции, ремонта, содержания дорог, мостов, тоннелей и других сооружений; 2) автомобильную промышленность, строительно-дорожное и транспортное машиностроение; 3) сферу эксплуатации и ремонта этих машин, поддержания работоспособности автомобильного транспорта, дорожного хозяйства, службы управления движением; 4) промышленность строительных материалов, шин, топлив и масел, электротехнических устройств, запчастей, эксплуатационных жидкостей; 5) транспортные средства, оснащенные энергоустановками и обеспечивающие выполнение транспортной работы, а также инженерные сооружения.

Эффекты воздействия объектов транспорта на окружающую среду

определяются величинами входных и выходных потоков на всех стадиях жизненного цикла, ибо используемые в процессе человеческой деятельности материалы и энергия не исчезают. Материалы идут в переработку, либо превращаются в отходы и загрязнения. Таким образом, человек своей деятельностью стремится нарушить принципы функционирования экосистем. Рисунок 1 иллюстрирует основные виды загрязнений, причиняемых автомобильным транспортом природной среде.

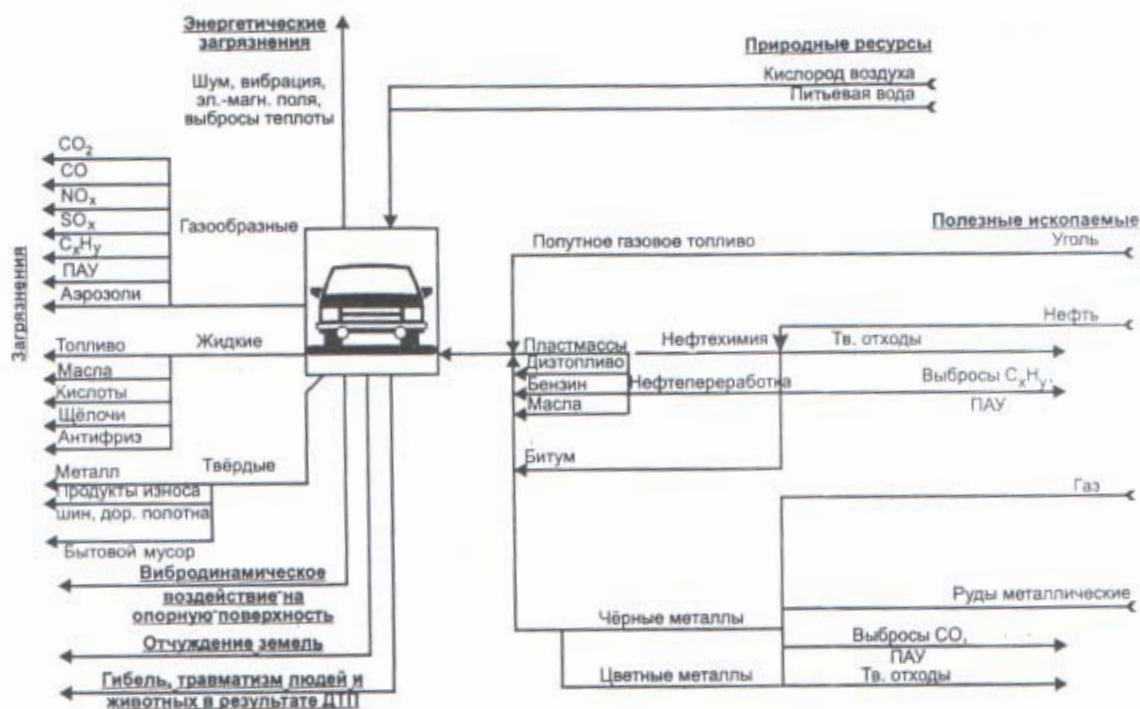


Рисунок 1 – Виды загрязнения транспортными средствами природной среды (2)

Транспорт оказывает на окружающую среду как положительное, так и отрицательное влияние. С одной стороны, нарушаются принципы функционирования экосистем, они могут деградировать и потерять устойчивость, но с другой — транспорт обеспечивает движение материальных потоков и комфортабельные условия жизнедеятельности людей. Транспортное средство, являясь источником повышенной опасности для здоровья и жизни людей из-за возможного вовлечения и дорожно-транспортные происшествия (ДТП), загрязнения ОС вредными выбросами, транспортного дискомфорта, потребления природных ресурсов, несет и положительные социально-экономические и морально-психологические эффекты (табл. 1).

Основными видами воздействия транспортного комплекса на окружающую среду являются: 1) отчуждение площадей территорий под дороги и объекты транспортной инфраструктуры, эрозионные процессы, осушение, рубки лесов, карьерная разработка строительных материалов; 2) изъятие природных минеральных, водных, энергетических ресурсов; 3)

технологическое и транспортное загрязнение вредными веществами, шумом, вибрациями, теплотой, электромагнитными и ионизирующими излучениями окружающей среды (воздуха, воды, почвы, биоты) предприятиями транспорта и дорожного хозяйства, дорогами как линейными сооружениями (транспортными потоками).

Таблица 1 – Влияние автомобилизации на окружающую среду

Позитивные аспекты	Негативные аспекты
Развитие торговли, политических, культурных связей, расширение контактов	Нарушение газового и энергетического равновесия в атмосфере
Стимулирование научно-технического прогресса, предоставление рабочих мест	Истощение ресурсов атмосферы, полезных ископаемых, пресной воды
Включение транспорта в производственные процессы и сокращение инновационных циклов при производстве товаров	Уничтожение живых организмов в дорожно-транспортных происшествиях
Ощущение свободы и независимости индивида	Отравление биологических ресурсов, в том числе растений, животных, человека
Расширение возможностей для проживания в благоприятных условиях	Усиление стрессовых нагрузок участников движения
Расширение жизненного пространства для отдельного индивида	Уменьшение жизненного пространства за счет отчуждения площадей территорий
Повышение доступности социально-бытовых услуг для потребителей	Сокращение биологической продуктивности ландшафта
Удовлетворение потребности на широкий ассортимент товаров, свежие продукты	Нарушение гармонии городских застроек и сельских ландшафтов
Ощущение радости от быстрой езды, комфорта и удобства в неблагоприятных погодных условиях	Рост налогов и затрат, связанных с автотранспортом. Изменение структуры семейного бюджета

В таблице 2 представлен ряд экологически опасных воздействий автотранспорта на окружающую среду.

В данной работе рассматривается ряд мероприятий, позволяющих сократить негативное воздействие автотранспортного комплекса на окружающую среду.



Таблица 2 – Экологически опасные воздействия транспорта на окружающую среду

Наименование	Транспортные средства	Дорога	Инфраструктура
Виды воздействия на среду	Токсичные выбросы	<i>Изъятие территории</i>	
	Потеря опасных грузов Дорожно-транспортные происшествия (ДТП)	Изменение природных экосистем	Загрязнение водных стоков Производственные и бытовые отходы
Область распространения	Придорожные земли	Зона влияния дороги	Занимаемый участок, включая санитарно-защитную зону
Событие страхового характера	<i>Непредвиденное сверхдопустимое загрязнение территории</i>		
	ДТП с загрязнением окружающей среды	Изменение состояния окружающей среды	
		Разрушение в результате стихийных бедствий	
Причины, определяющие вероятность страхового события	Непредвиденное существенное увеличение интенсивности движения		
		<i>Несогласованное строительство</i>	
		Существенное ухудшение условий движения вследствие несвоевременного ремонта или несоответствия технического уровня техники	

Мероприятия, позволяющие снизить воздействие транспорта на ОС, это: 1) совершенствование нормативно-правовой базы для обеспечения экологической безопасности (устойчивого развития) промышленности и транспорта; 2) создание экологически безопасных конструкций объектов транспорта, эксплуатационных, конструкционных, строительных материалов, технологий их производства; 3) разработка ресурсосберегающих технологий защиты ОС от транспортных загрязнений; 4) разработка алгоритмов и технических средств мониторинга ОС на транспортных объектах и прилегающих к ним территориях, методов управления транспортными потоками для увеличения пропускной способности дорожной и улично-дорожной сети в крупных городах; 5) совершенствование системы управления природоохранной деятельностью на транспорте.

Экологические ограничения должны учитываться на всех этапах ЖЦ объектов транспорта (обоснование инвестиций, проектирование, изготовление, строительство, реконструкция, ремонт, содержание, демонтаж), создания дорожно-транспортной техники, а также при оценке перспектив развития транспортной системы. Эти ограничения особо значимы на природоохранных, урбанизированных территориях (1).

Таким образом, круг проблем и пути их решения лежат в области рационального потребления природных ресурсов, защиты атмосферы, водоемов и водотоков, почвы, селитебных зон и местообитаний животных от негативного воздействия автотранспортного комплекса, создания замкнутых промышленно-утилизационных технологий транспортной деятельности.

Основные мероприятия связаны с упорядочением транспортных потоков, формированием рациональной структуры парка, а также искусственных экосистем на придорожных территориях. Прежде всего, минимизация выбросов и шума путем снижения числа ускорений автомобилей при движении в транспортном потоке. В числе основных мероприятий на локальном уровне:

- рациональное обозначение приоритета, использование кругового движения, оптимизация схем организации движения (пересечение);

- воздействие на скоростной режим, рациональное ограничение использования околотротуарных стоянок, оптимизация размещения и оборудования остановочных пунктов маршрутного пассажирского транспорта (перегон);

- оптимизация жесткого локального регулирования; выбор алгоритма адаптивного регулирования и оптимизация управляющих параметров; оптимизация смены программ регулирования (пересечение);

- оптимизация участков координированного регулирования; оптимизация программ координации (с учетом состава движения);

- внедрение схем реверсивного движения.

На сетевом уровне:

- строительство транспортных развязок в разных уровнях, подземных пешеходных переходов;

- оптимизация загрузки элементов улично-дорожной сети (выбор разрешенных направлений движения на пересечениях);

- введение ограничений на движение транспортных средств по отдельным полосам, выделение улиц для грузового движения;

- внедрение схем одностороннего движения;

- оптимизация размещения временных автомобильных стоянок и обеспечение информации о них;

- маршрутное ориентирование водителей, в том числе оптимизация пропуска транзитного движения;

- запрет движения грузовых автомобилей, мотоциклов, мопедов в ночное время по определенным маршрутам;

- совершенствование маршрутной сети пассажирского транспорта, схем движения, в том числе в критической по пропускной способности ситуации, а также в рамках автоматизированных систем управления движением (АСУД);

- рациональный выбор районов координации;

- разработка и внедрение вариантов противозаторного управления;

- оптимизация режимов местной коррекции программ координации (с учетом состава движения);
- разработка и реализация переменных схем организации дорожного движения;
- развитие структурно-алгоритмической части АСУД за счет введения элементов обратной связи по экологически значимым показателям;
- переход на методы управления движением второго и третьего поколений.

В данной работе оценено действие автотранспорта на окружающую среду. Основой аналитических материалов послужили российские технические условия, техника и технологии, принципы организации технической эксплуатации и использования автомобилей и дорог.

В заключение отметим, что неизменным будет одно: будет существовать жизненный цикл машины, сооружения и будет существовать взаимодействие промышленности и транспорта с окружающей средой. Другой будет мера промышленно-транспортного воздействия на окружающую среду, будут отличаться и последствия этого воздействия. Если мера воздействия автомобиля будет зависеть от состояния науки, используемых технологий получения энергии, материалов, топлив, то последствия зависят от степени концентрации машин и плотности дорожной сети, а это и размеры государства, и климатические условия, и демографические характеристики.

Сегодня перед транспортниками и экологами стоит задача мониторинга последствий воздействия автопромышленности и транспорта на окружающую среду с тем, чтобы не допустить превышения этого воздействия сверх меры и не получить глубоких локальных экологических изменений, приводящих к катастрофам, которые мы еще и не научились точно различать и оценивать их последствия.

Состав автомобильного парка, региона, организация перевозки грузов, техническое обслуживание или ремонт машин, строительство моста, дороги, производство строительных материалов, организация движения — любая инженерная деятельность так или иначе влияет на окружающую среду. Следовательно, принимая решения, следует помнить об их последствиях для природы, т.е. обеспечить будущее человека и Земли (2).

#### Библиографический список

1. Вахламов В.К. «Техника автомобильного транспорта», - М., «Академия», 2004г. – 528с.
2. Луканин В.Н., Трофименко Ю.В. «Промышленно-транспортная экология», - М., «Высшая школа», 2001г. – 295с.

## **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО УЛУЧШЕНИЮ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ В РАЙОНАХ УГЛЕДОБЫЧИ**

**Деркаева В.С.**

**Научный руководитель: доцент Кабанова Г.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Города Кузбасса относятся к зоне чрезвычайного экологического загрязнения. Размещение угольных предприятий в городской черте еще более усугубило условия проживания людей в городах Кемеровской области.

Но все же за последние 5 лет угледобывочными предприятиями в городах области были проведены следующие природоохранные мероприятия:

- горнотехническая и биологическая рекультивация нарушенных земель;
- засыпка провалов на поверхности;
- строительство очистных сооружений ливневых стоков;
- борьба с водой (предотвращение прорывов воды в действующие шахты из ликвидированных, подтопления поверхности, загрязнения питьевых водоисточников, очистка загрязненных шахтных вод, использование шахтных вод для населения и производственных нужд).

На предприятиях начали действовать службы, обеспечивающие инструментальный контроль и прогноз состояния природной среды в зоне вредного воздействия на окружающую среду, планируется проведение администрацией области мероприятий для улучшения состояния Кузедеевского липового острова.

Из всех городов области максимальная пылевая нагрузка ( $\text{т/м}^2$ ) приходится на города Киселевск, Прокопьевск. Так, в Киселевске –  $291 \text{ т/м}^2$ , Прокопьевске –  $593 \text{ т/м}^2$ , Новокузнецке –  $277 \text{ т/м}^2$ , Кемерово –  $25 \text{ т/м}^2$ , Березовске –  $158 \text{ т/м}^2$ . Из-за повышенных выбросов вредных веществ, загрязнение атмосферы в зоне дыхания людей превышает нормы по пыли, окислам углерода, саже, сернистому ангидриду в 1,5 – 2 раза.

Предотвращать загрязнение окружающей среды от деятельности угледобывочных предприятий, конечно, необходимо. Однако, одним из способов уменьшения объемов образующихся отходов производства и потребления на территории г. Новокузнецк является их использование в качестве вторичного сырья. Так, флюсы каменноугольные, кубовые остатки, кислая смолка, полимеры используются на металлургических предприятиях в качестве добавки в шихту; отходы отработанной серной кислоты применяются при производстве сульфата аммония на ОАО «ЗСМК».

В результате научно-технического прогресса создается постепенно и новое оборудование, помогающее снизить количество выбросов.

Немаловажное значение в загрязнение атмосферы, нарушение биоценоза почвы имеет большое количество нарушенных горными работами и своевременно не рекультивированных земель. Так площадь земельных отводов угледобывающих шахт – 6 463 га, площадь нарушенных земель – 4 081 га, рекультивированных – 1 127 га, т.е. 30 % от нарушенных земель. В последние годы предприятия практически не занимаются рекультивацией. Что такое 2 – 3 га в год при тысячах га нарушенных землях.

В угледобывающих районах Кузбасса проведены исследования по предотвращению и ликвидации отрицательных экологических последствий на горных отводах и прилегающих территориях закрываемых нерентабельных шахт и разрезов. Создаются нормативно-правовая и техническая база для решения экологических аспектов в проектах ликвидации шахт и разрезов, позволяющие учитывать весь комплекс вредных последствий от ведения горных работ. Однако, все это пока только в теории. Администрации ликвидируемых шахт совсем недавно начали к восстановлению нарушенных земель, хотя эта работа является основной составляющей затрат по закрытию шахт.

Большой объем работ по нормализации экологической ситуации выполнен в г. Киселевске в 2008 году.

1. Построены и сданы в эксплуатацию очистные сооружения промышленных стоков на Вахрушевской автобазе. Затрачено средств 610 тыс. руб.

2. Строительство ливневой канализации на складе ГСМ на разрезе Киселевский. Затрачено средств 131 тыс. руб.

3. Установка циклона на котельной № 15 МУП ККиТС №1. Затрачено средств 113 тыс. руб.

4. Биологическая рекультивация нарушенных земель на ш. Киселевская, ш. Тайбинская, ш. Краснокаменская, ш. Красный Кузбасс, ш. Дальние Горы, шахта №12, Вахрушевразрезуголь, разрез Киселевский, ш. Суртаиха. Затрачено средств 18228 тыс. руб.

Первоочередными мероприятиями, улучшающими состояние окружающей среды г. Прокопьевска являются:

- очистка ливневых шахтовых, хозяйственных стоков;
- очистка русел рек;
- очистка и благоустройство водоохранных зон;
- ликвидация мелких котельных;
- оснащение котельных ГОУ;
- ремонт и содержание а/дорог;
- рекультивация нарушенных земель;
- организация санитарной очистки частного жилого сектора;
- проектирование и строительство полигона для ТБО.

Анализируя сложившиеся экологические проблемы, была принята

программа строительства соответствующих объектов, создание специализированных предприятий, приобретение спецоборудования для снижения антропогенного воздействия на окружающую среду.

Так в экологическую программу 2007 – 2008 годов вошло окончание строительства городских очистных сооружений, замена канализационных коллекторов, приобретение новых насосных агрегатов для КНС, строительство ливневых канализаций, с очистными сооружениями на промпредприятиях, приобретение и установка циклонов на бытовых котельных, рекультивация нарушенных земель на угледобывающих предприятиях, приобретение спецтранспорта для организации санитарной очистки частного сектора.

Для сравнения эффективности мероприятий по улучшению экологической обстановки берут Красноярский край, в районе угледобычи которого экологическая обстановка признана неблагоприятной и требующей проведения мероприятий по ее улучшению. Значительно снизить негативное влияние золоотвалов помогают защитные мероприятия. Один из способов – экранирование: из различных материалов создается гидроизоляционное покрытие, уменьшающее фильтрационные потери загрязненной воды. На золоотвале Березовской ГРЭС осваивается уникальная экспериментальная технология создания противофильтрационного экрана. Технология основана на особых клинкерных свойствах золы, получаемой из угля Березовского разреза, – ее высокой способности к самоцементации. При определенных условиях зола превращается в великолепный строительный материал, практически не пропускающий воду. Также планируется проведение вывоза золы обратно в угольные разрезы и заполнение ею выработанного пространства. Такие способы использования отходов являются на данный момент наиболее действенными.

В Кемеровской области такие технологии еще не используются, однако ведутся их разработки. Опыт соседних регионов может оказаться весьма эффективным в столь важном вопросе, как улучшение экологической обстановки в районах угледобычи, ведь данная отрасль является основной в Кузбассе.

## ВЫВОДЫ

Экологическая обстановка в районах угледобычи Кузбасса оставляет желать лучшего. Необходимые мероприятия по ее улучшению:

1. Горнотехническая и биологическая рекультивация нарушенных земель.
2. Инструментальный контроль и прогноз состояния природной среды в зоне вредного воздействия угледобычи на окружающую среду.
3. Исследования экологических аспектов ликвидации горных предприятий.
4. Разработка инновационных, действенных методов вторичного использования отходов производства.

## **ПРИМЕНЕНИЕ АКУСТИЧЕСКИХ ЭКРАНОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОТ ШУМА АВТОМОБИЛЬНОГО И ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

**Кунина Д.В.**

**Научный руководитель: к.х.н., доцент Киселева Т.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В России почти 70% населения проживает в городах и поселках городского типа. А в городах одним из основных источников неблагоприятных воздействий является транспорт. Воздействие автомобильного и железнодорожного транспорта на состояние окружающей среды чрезвычайно разнообразно. По статистическим данным доля автотранспорта в суммарных выбросах загрязняющих веществ в атмосферу достигает 60%, а доля автотранспорта в акустическом воздействии на население городов достигает 75... 85%.

Превалирующим вредным фактором от воздействия автомобильного и железнодорожного транспорта на окружающую среду является акустическое загрязнение. Повышенный шум, без применения специальных средств шумозащиты, создает зону сверхнормативного воздействия, достигающую 600... 1000 м – для а/м, 1000...1500 м – для ж/д. Шум, генерируемый транспортными потоками, распространяется на расстояния в десятки раз большие, чем другие вредные факторы, и соответственно его воздействию подвергается большая численность населения.

Великий французский ученый Луи Пастер образно назвал шум чумой XX века. Это проблема, с которой человечество вынуждено бороться и в XXI веке. Повышенный шум по степени и масштабам воздействия стоит в ряду с такими опасностями человечества, как СПИД, кислотные дожди, нарушение озонового слоя, загрязнение воды и др. Именно поэтому в докладе Европейской комиссии, посвященном проблеме шума на пороге XXI века, который был опубликован в 1997г., отмечалось, что более 20% населения Объединенной Европы (составлявшего тогда около 80 млн. человек) страдает от повышенного шума, вызывающего заболевание. Уровни таких шумовых воздействий характеризуются величиной более 60 дБА. При этом шум в наиболее шумных городах (Москва, Санкт-Петербург, Нижний Новгород и др.), находится в пределах 70...75 дБА (эквивалентно превышению нормы по субъективному ощущению громкости в 3...4 раза). Исходя из данных обследований, выполненных органами Госсанэпиднадзора, следует, что действию повышенного шума в России подвергаются не менее 30...40 млн. человек.

В странах ЕС, США и Японии темпы роста шума в городах, благодаря принятым мерам, стабилизировались. В России же за последнее десятилетие

отмечен рост уровней звука на 5...6 дБА (в 1,5 раза по субъективному ощущению громкости).

Законодательные меры борьбы с шумом базируются на ряде Федеральных законов, к числу которых можно отнести Законы «Об охране окружающей среды» (2002г.), «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (1999г.) и «Об охране атмосферного воздуха» (1999г.). В этих законах содержатся общие требования к нормативной базе, в том числе, и по акустическому загрязнению.

На практике применяются три основных направления снижения акустического загрязнения:

- снижение шума в источнике;
- снижение шума в защищаемом здании;
- снижение шума на пути распространения от источника до защищаемого объекта (здания).

**Снижение шума в источнике** достигается созданием малошумных автомобилей, улучшением качества железнодорожного пути, применением звукопоглощающих покрытий автомобильных дорог. Стоимость такой шумозащиты может достигать до 10% от стоимости всего сооружения. Поэтому реальное снижение шума в источнике – как правило, длительный и трудоемкий процесс, видимые результаты которого достигаются десятилетиями.

**Для снижения шума в здании** в последнее время во всем мире, в том числе и в России, широко используется мера по увеличению звукоизоляции зданий путем применения двойного или тройного остекления. Эта мера достаточно эффективна, но требует выполнения немалых затрат и имеет ограничения по эффективности.

**На пути распространения от источника до здания** шум может быть уменьшен следующими мерами и средствами:

- увеличением расстояния;
- применением зеленых насаждений;
- сооружением специально спроектированных препятствий – земляных насыпей или выемок, а также акустических экранирующих сооружений (многоэтажных паркингов, магазинов, складских и пр. зданий) и акустических экранов.

**Защита расстоянием** реализуется путем создания санитарно-защитной зоны (СЗЗ) между источником и жилой застройкой. Так как закон затухания шума с расстоянием от транспортных потоков выражается в уменьшении уровней звука на 3 дБА при каждом удвоении расстояния, защита расстоянием выступает как полумера. Потому что в предельных случаях величина СЗЗ должна достигать более 500...1000 м. При этом, как правило, транспортные магистрали прокладываются в непосредственной близости от жилой застройки на расстояниях 50...100 м.

**Зеленые насаждения** – очень популярная, но не очень эффективная мера шумозащиты. При применении густых посадок зеленых насаждений



шириной 25...30 м максимальный эффект шумоглушения не превышает 8...10 дБА, что зачастую недостаточно. Кроме того, это сезонная мера, так как только густая листва создает эффект существенного снижения шума.

**Наиболее эффективной мерой по шумоглушению является установка искусственных экранирующих сооружений (акустических экранов или шумозащитных барьеров) вдоль автотранспортной или железнодорожной магистрали.** Эффективность таких систем зависит от материала, высоты и длины экрана, уровень снижения шума экраном может достигать 10...20 дБА. По этому направлению идут все промышленно развитые страны. В России акустические экраны начали более активно использоваться для снижения шума только в последние годы. Проведенные испытания показали, что акустические экраны обеспечивают высокую эффективность шумоглушения при приемлемых затратах на проектирование, изготовление и установку.

В зависимости от конструктивного исполнения акустических экранов (АЭ) и достигаемого эффекта снижения шума все АЭ можно свести к четырем классам:

- экраны-стенки (барьеры);
- широкие экраны;
- комбинированные экраны;
- экраны-тоннели.

**Экран-стенка или плоский барьер** представляет собой неширокую сплошную плоскую физическую преграду, отделяющую автомобильную дорогу от жилой застройки. Материалы, применяемые для сооружения АЭ самые разнообразные: металл, дерево, бетон, стекло и пр. Увеличение эффективности АЭ достигается применением сложной составной части, располагаемой на свободном (верхнем) ребре АЭ.

**Широкие экраны** (как правило, это насыпные сооружения, земляные валы, выемки) имеют широкую верхнюю часть, обеспечивающую дополнительное снижение шума.

**Комбинированный экран** позволяет сочетать положительные качества насыпных сооружений и плоских барьеров.

**Экраны-тоннели** имеют сложную конструкцию. Эти экраны имеют наибольшую эффективность, но очень сложное конструктивное исполнение и потому высокую стоимость.

Все акустические экраны, используемые для снижения шума окружающей среды по типу применяемого материала и отражающим или поглощающим свойствам, влияющим на коэффициент звукопоглощения, можно разбить на две группы.

1. **Однослойные**, отражающие звуковую энергию. Материалом экранов этого типа могут быть дерево, кирпич, стекло, пластики, металлы, бетон, пенобетон и т.п.

Экраны этой группы имеют низкую поглощающую способность. Так у бетонных экранов коэффициент звукопоглощения  $\alpha_{\text{погл}} = 0,01 \dots 0,05$ . Так этот

коэффициент у дерева выше, то в бетонную смесь добавляют древесные материалы и получают в результате  $\alpha_{\text{погл}} = 0,05 \dots 0,15$ . Тем не менее, нет материала, в полной мере сочетающего в себе высокие прочностные и звукопоглощающие свойства, поэтому создание однослойного звукопоглощающего АЭ невозможно.

2. **Многослойные**, имеющие существенно более высокий коэффициент звукопоглощения за счет введения слоя звукопоглощающих материалов (ЗПМ) с  $\alpha_{\text{погл}} = 0,5 \dots 1,0$ . Кроме того применяются: бетонные двухслойные АЭ, в которых в качестве поглощающего слоя применяют полистербетон, пенобетон и т.д.; алюминиевые трехслойные АЭ; АЭ с резиноподобным покрытием.

В качестве ЗПМ в трехслойных АЭ применяют такие материалы как URSA, шлаковата, капроновое волокно, стекловата, пенополиуретан и другие пористые или волокнистые материалы.

Для обеспечения проникновения звука к слою ЗПМ со стороны источника шума в трехслойных АЭ выполняется перфорация. Конструктивно перфорация исполняется в виде щелей или отверстий. Эффективность АЭ зависит от площади перфорации: чем больше площадь перфорации, тем меньше отражение звука. Минимальная площадь перфорации, существенно влияющая на поглощение звука экраном, составляет 30...35%. Металлические трехслойные АЭ со звукопоглощением эффективны, а также просты и удобны в монтаже.

На практике зачастую применяют сочетания металлических АЭ с прозрачными вставками из стекла или прозрачного пластика для осуществления обзора, улучшения эстетического восприятия АЭ, снижения монотонности конструкции. Такие АЭ на 1...2 дБА менее эффективны, чем сплошные металлические экраны, но достаточно широко распространены.

Выбор материала АЭ диктуется несколькими соображениями: эффективность (уровень снижения шума) конструкции, стоимость, условия установки (например, тяжелые бетонные конструкции не могут быть использованы на мостовых переходах и эстакадах), внешний вид.

Акустические экраны являются не только преградой для распространения звука, но также и физической преградой для распространении таких загрязняющих компонентов, как вредные химические вещества, взвешенные частицы, тяжелые металлы и др.

Таким образом, металлические экранирующие сооружения вдоль автомобильных и железных дорог обеспечивают снижение многих вредных факторов окружающей среды до требований норм и являются наиболее эффективным средством обеспечения экологической безопасности.

## **НОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ ФИЛЬТРОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

**Бондаренко И.С., Воробьева А.Г.**

**Научный руководитель: к.х.н., доцент Киселёва Т.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Промышленные предприятия являются источником большого количества сточных вод. Для природы и человека загрязненные производственные сточные воды очень вредны. В них содержатся опасные для здоровья человека концентрации взвешенных и растворенных загрязняющих примесей различной природы: твердые и пластичные частицы, кислоты и щелочи, соли, разнообразные металлы, токсичные вещества, болезнетворные бактерии и др. Перед сбросом в водоемы или перед повторным использованием на предприятиях сточные воды должны быть очищены и обезврежены от вредных примесей.

На промышленных предприятиях в основном применяют системы оборотного водоснабжения тех цехов и участков, в технологических процессах которых наблюдается стабильный состав примесей. В ряде случаев целесообразно использовать предварительную очистку сточных вод от примесей, характерных для данного участка или цеха, в локальных очистных устройствах. Наряду с такими устройствами система оборотного водоснабжения промышленного предприятия включает и общие очистные сооружения предприятия, где сточные воды последовательно проходят очистку от загрязнений в решетках, песколовках, отстойниках, коагуляторах и т. п. для повторного использования в технологических процессах предприятия, системах охлаждения технологического оборудования, системах пожаротушения или даже для вывода с предприятия.

В зависимости от требования к качеству очищенной воды выбирается технологическая схема очистки промышленных сточных вод, основу которой составляет механическая и силовая виды очистки, предназначенные для задержания основной массы взвешенных твердых и пластичных частиц (песок, земля, механические частицы производственного происхождения и т. п.), а также для защиты от износа и забивания устройств и сооружений для последующей обработки промышленных стоков. Наряду с этим технология очистки сточных вод включает фильтрование, флотацию, сорбцию, озонирование и другие методы очистки и обезвреживания.

Конструкции фильтров для очистки сточных вод по принципу действия классифицируют на механические, в которых отделение взвешенных частиц загрязнений от жидкости происходит вследствие различия размеров этих частиц и проходных капиллярных каналов

фильтрующих перегородок, и силовые, в которых очистка осуществляется за счет использования силовых полей – гравитационного, инерционного, магнитного, электрического и др.

Конструктивно фильтрующие перегородки механических фильтров оформляются в виде стационарных сеток, пластин, пористых материалов, тканей и т. п., зернистых насыпных слоев и в виде сменных патронов, кассет и т. п. (фильтроэлементов).

В последние годы, ведущие в области производства техники для очистки и обезвреживания сточных вод промышленных предприятий российские и зарубежные фирмы разработали, запатентовали и выпускают фильтры и устройства новых конструкций, отличающиеся улучшенными характеристиками.

Фирма Amiod Japan Inc. (Япония) запатентовала в США конструкцию и метод изготовления самоочищающегося механического фильтра для очистки от взвешенных частиц загрязнений производственной и оборотной воды. В горизонтальном цилиндрическом корпусе фильтра помещена фильтрующая сетка. С помощью системы автоматического регулирования периодически производят промывку фильтрующей сетки и удаление загрязнений обратным потоком воды. Для подачи промывной воды высокого давления в центре фильтра помещен вращающийся коллектор с форсунками. Загрязнения из фильтра удаляют через специальный патрубок с помощью вакуумного устройства.

Один из наиболее часто применяемых методов удаления тяжелых металлов (свинца, хрома, мышьяка, цинка, кадмия, меди, ртути) и их соединений из сточных вод – адсорбция (сорбция), эффективность которой зависит, прежде всего, от свойств используемого сорбента: сорбционная поверхность должна быть достаточно пористой, чтобы оказывать наименьшее сопротивление потоку очищаемых сточных вод и обладать высокой сорбционной способностью. Другим методом разделения твердой и жидкой фракций в сточных водах является флотация. Эти два метода успешно используются совместно для удаления тяжелых металлов из сточных вод. Такой комплексный метод очистки сточных вод получил название – сорбционная флотация.

Разработанный в настоящее время синтезированный нанокристаллический сорбент-акаганеит – материал с высокоразвитой поверхностью и определенным распределением пор различного размера характеризуется высокой сорбционной эффективностью и низкой ценой. Синтезированный акаганеит состоит из наночастиц размером от 1 до 10 нм, обладает высокой пористостью и применяется для эффективного удаления различных металлов из водных растворов (сточных вод) методом адсорбционной (сорбционной) флотации.

Устройство для эффективной реагентной очистки сточных вод фирмы Okutama Kogyo Co.,Ltd (Япония) представляет собой разновидность гидроциклона, корпус которого имеет верхнюю и нижнюю части в виде

цилиндров, которые соединяются вытянутой конической переходной частью. Сточные воды для их нейтрализации подаются в верхнюю часть корпуса через тангенциальный выходной патрубок, в результате чего в корпусе возникает вихревой поток сточных вод. Реагент, например, суспензию извести, дозируют сверху в поток сточных вод через отверстие в верхней крышке корпуса. Нижняя часть корпуса снабжена крестообразными стабилизаторами потока очищенных сточных вод для гашения вихревого движения перед выводом потока через выпускной патрубок. Предварительно очищенные сточные воды с помощью устройств механической и физико-химической очистки перед сбросом в водоем подвергают биохимической очистке, заключающейся в окислении органических загрязнений микроорганизмами. Для обеспечения нормальной жизнедеятельности микроорганизмов требуются не только органические вещества, но и биогенные элементы, такие как азот, кальций, фтор, хлор и др. Источниками биогенных элементов являются обычно бытовые сточные воды. Оптимальное количество бытовых сточных вод для разбавления производственных сточных вод зависит от состава производственных сточных вод и определяется в каждом конкретном случае. Ненормированное использование бытовых сточных вод может привести к деградации, т. е. к ослаблению адаптированной к данным загрязнениям микрофлоры.

Биологическая очистка сточных вод в искусственных сооружениях осуществляется в биологических фильтрах, аэротенках и окситенках. При разбрызгивании в биологических фильтрах очищаемые сточные воды поглощают часть кислорода воздуха. В процессе фильтрования сточных вод через загрузку, в качестве которой используют, например, шлак, щебень, керамзит, пластмассу, гравий, на загрузочном материале образуется биологическая пленка, микроорганизмы которой поглощают органические вещества. Интенсивность окисления органических примесей в пленке существенно увеличивается при подаче сжатого воздуха на загрузку в направлении, противоположном фильтрованию.

В процессе окисления загрязнений происходит образование новой пленки и отмирание старой, которая срывается с поверхности загрузки движущимися сточными водами и выносится из биофильтра. Для ее задержания после биофильтра устраивают отстойники, как правило, вертикального типа.

В основу работы аэротенков положена деятельность микроорганизмов, обитающих в природных водоемах, т. е. активного ила. В окситенках используется чистый или технический кислород, в результате чего улучшается деятельность активного ила. Благодаря этому объем окситенков примерно на 50...70 % меньше объема обычных аэротенков, используемых для очистки этих же сточных вод.

Повышение качества биологической очистки промышленных сточных вод в аэротенках или биотенках и снижение капитальных и эксплуатационных затрат обеспечивает способ, включающий смешение

сточных вод с активным илом, аэрацию потока иловой смеси в аэротенке, разделение иловой смеси и возврат активного ила в аэротенк.

Развитие имеющихся и появление новых промышленных технологии инициируют дальнейшее совершенствование фильтров для очистки сточных вод.

УДК 622.6

## **РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ ЧИСТОЙ ВОДЫ В КУЗБАССЕ**

**Дробин Е.Д.**

**Научный руководитель: Стрелковская О.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

«Чистая вода для нас проблема из проблем», – говорил А.Тулеев, призывая ещё в 1994 году жителей Кузбасса сдавать средства на строительство заводов по очистке речной воды фирмой «Дегремон». Однако в 1995 г. исследования, проведенные компанией «Veture-Environnement» по заказу европейской программы «ТАСИС», показали непригодность воды реки Томь в качестве сырья для производства питьевой. Также неудачным оказалось предложение обеспечения населения города Кемерово подземными водами, качество которых, по ряду причин, стало ухудшаться в последние годы.

Главным источником водопотребления населения более чем трехмиллионного Кузбасса являются воды бассейна реки Томь, правого притока Оби. В верхнем течении Томи, где расположен крупнейший горно-металлургический комплекс, объемы заборов речной воды (следовательно, и сбросов) составляют большую часть меженного стока реки в данном районе. Это приводит к катастрофическому загрязнению воды в среднем и нижнем течениях реки, особенно ниже крупнейшего в Сибири центра химического производства города Кемерово. По многим результатам исследований и экспертным оценкам вода реки Томь как источник централизованного водоснабжения городов Кемерово, Ленинск-Кузнецкий и Юрга не отвечает требованиям ГОСТ 2874-82 «Вода питьевая».

Ниже города Новокузнецка вода реки Томь представляет собой раствор реактивов, включающий по оценке специалистов более чем 370 наименований вредных веществ. В 1996 г. в Мексике на конференции, анализирующей водохозяйственную обстановку в речных бассейнах стран и регионов четырех величайших материков мира, река Томь была официально отмечена как «самая грязная река России».

Избавить томскую воду от всего «букета» техногенных токсикантов существующие станции водоподготовки не в состоянии. Не случайно, поэтому среди факторов, влияющих на здоровье населения, качество речной

воды, идущей на питьевые нужды, является важнейшим. В подтверждение этому уместно привести результаты исследования состояния здоровья детей, выполненные в городах, обеспеченных централизованным водоснабжением из реки Томи. Прослеживается прямая зависимость между качеством питьевой воды и состоянием здоровья детей, ухудшающаяся вниз по течению реки от города к городу (Междуреченск – Мыски – Новокузнецк – Кемерово). Главным образом через водопроводы городов Ленинск-Кузнецкий, Полысаево, Юрга происходит медленное отравление обеззараженной, но грязной водой, приводящее население к сердечно-сосудистым, почечным патологиям, заболеваниям печени, желчевыводящих путей и желудочно-кишечного тракта.

Вода Томи опасна не только для здоровья людей. Поступая в водопроводы, она имеет высокие коррозионные свойства, что сокращает сроки эксплуатации водопроводных сетей. Технология существующей системы водозаборов не позволяет остановить забор речной воды во время залповых выбросов в реку и прохождения по Томи наиболее грязных городских талых вод в период половодья.

Исходя из положения, что избавиться реку от загрязнений невозможно, следует более действенно использовать систему штрафов и налогов с предприятий и административных территорий, допускающих загрязнение речной воды, перераспределить вырученные средства в районы, расположенные ниже по течению и расходовать их на решение проблемы чистой воды.

Не ослабляя контроля за выбросами, необходимо шире вводить систему налоговых льгот для предприятий, использующих новые технологии, снижающие водопотребление и потери воды. В прежние годы этого не делалось. А на вопрос, возможно ли это в существующей экономической ситуации, ответ может быть только отрицательным. Ожидаемый же подъем ресурсоемких производств лишь усугубит проблемы загрязнения Томи и здоровья людей. Между тем проблема питьевого водоснабжения уже три десятилетия остается нерешенной.

В сотрудничестве с академиком О. Алимовым, председателем Кузбасского отделения Российской инженерной академии, была разработана программа «Чистую воду Тайдона – городам Кузбасса».

Тайдон – правый приток Томи длиной 110 км, в малой степени подверженный антропогенному влиянию.

Предположение о том, что вода реки Тайдон имеет питьевое качество, было проверено биомониторинговыми исследованиями. Самостоятельно, а также силами трех лабораторий по контролю качества воды были выполнены анализы. Проведено исследование санитарного состояния берегов и русла реки. Высокое качество речной воды Тайдона мы объясняем следующими причинами:

– значительная удаленность водосборной территории реки от промышленных центров, в том числе отсечение этой территории хребтами

Салтымаковский и Тыдын высотой от 600 до 1000 метров от возможных «кислых» дождей с юга Кузбасса, где сосредоточены крупнейшие металлургические, горнодобывающие и теплоэнергетические производства Западной Сибири;

– создание в 1989 году биосферного заповедника «Кузнецкий Алатау», буферная зона которого включает большую часть бассейна реки Тайдон и ограничение хозяйственной деятельности на водосборной территории;

– снижение численности населения, проживающего в бассейне этой реки (в настоящее время – 160 человек);

– малая доступность реки для использования ее в рекреационных целях.

Реализация программы «Чистую воду Тайдона городам Кузбасса» путем строительства водозабора может быть выполнена прокладкой дюкера напрямую через р.Томь. Этот вариант заслуживает особого внимания из-за его экономичности.

Есть еще вариант: построить водовод через заброшенную плотину Крапивинского гидроузла. Уже с началом строительства будет решена проблема трудоустройства населения в п. Зеленогорский. Сооружение моста и дороги решит транспортные проблемы жителей поселков, расположенных в правом Притомье: Салтымаково, Симоново, Медвежка. Эксплуатация большей части бетонных сооружений плотины в качестве моста позволит содержать здесь инженерную службу, следящую за состоянием плотины.

Предложение об использовании вод реки Тайдон в качестве источника питьевого водоснабжения следует претворять одновременно с рядом мер по экономии питьевой воды, так как по оценкам экспертов компании «Бетюр» в Кемерове ее потери составили 54 процента. Например, путем повсеместной установки водосчетчиков. Как свидетельствует опыт города Кемерово, это помогает снизить водопотребление вдвое.

Использование вод реки Тайдон в городах будет способствовать улучшению здоровья людей, сокращению расходов на обеззараживание и очистку воды, продлит срок службы водопроводных сетей.

Реализация наших предложений даст экономию финансовых ресурсов, не затронет памятников природы, не приведет к уничтожению мест обитания организмов, занесенных в Красную книгу Кемеровской области, не приведет к изменению природы находящегося частично в бассейне р.Тайдон биосферного заповедника федерального значения «Кузнецкий Алатау».

Локальный ущерб природе реки от изъятия части вод Тайдона (по нашим расчетам это не более 15 процентов стока в летнюю межень) несопоставимо меньше той пользы, которую принесет чистая вода здоровью около 1 млн. человек.

Претворение идеи требует серьезной финансовой поддержки для расширения исследований по программе, включающей детальное изучение качества воды и санитарного состояния р. Тайдон, выбор места водозабора и трассы водовода. Требуется привлечение к работам заинтересованных в



обеспечении чистой водой администраций территорий, предприятий, специалистов, инвесторов.

УДК 622.6

## **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УЛУЧШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В Г. НОВОКУЗНЕЦКЕ**

**Кулагин С.А.**

**Научный руководитель: Стрелковская О.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

По данным Управления по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Кемеровской области, в 2007 году в г. Новокузнецке общая масса загрязняющих веществ, выброшенных в атмосферу, составила 451,323 тыс. т, в том числе от стационарных источников 398,566 тыс. т, автотранспорта – 52,757 тыс. т.

Основной вклад в выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников внесли предприятия металлургического производства – 64 %, по добыче металлических руд – 13 %, по производству, передаче и распределению электроэнергии, газа, пара и горячей воды – 11 %.

На предприятиях города за год уловлено 1954,808 тыс. т загрязняющих веществ, из них утилизировано 873,517 тыс. т.

Высока степень улавливания загрязняющих веществ – 91,8 % – на предприятиях по производству прочих неметаллических минеральных продуктов; 90,6 % – на предприятиях по производству, передаче и распределению электроэнергии, газа, пара и горячей воды; 84,2 % – на предприятиях металлургического производства; самая низкая – 19,5% – на предприятиях сухопутного транспорта.

От предприятий следующих видов экономической деятельности выбросы загрязняющих веществ поступали в атмосферный воздух без очистки:

- добыча прочих полезных ископаемых;
- обработка древесины и производство изделий из дерева и пробки, кроме мебели;
- производство резиновых и пластмассовых изделий;
- обработка вторичного сырья;
- сбор, очистка и распределение воды;
- связь.

Вследствие роста объемов выпускаемой продукции увеличились выбросы от предприятий по производству прочих неметаллических минеральных продуктов на 1,233 тыс. т, производству готовых металлических изделий – на 0,105 тыс. т, обработке вторичного сырья – на

0,003 тыс. т, сбору, очистке и распределению воды – на 0,033 тыс. т, от деятельности сухопутного транспорта – на 0,073 тыс. т. Рост выбросов от прочих видов экономической деятельности на 0,373 тыс. т. обусловлен увеличением количества сожженного топлива.

По данным государственного учреждения «Кемеровский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды», атмосфера города Новокузнецка более всего загрязнена формальдегидом, бенз(а)пиреном, взвешенными веществами и диоксидом азота.

Нагрузка по выбросам загрязняющих веществ в атмосферный воздух по районам города неравномерная и составляет: в Заводском районе – 59 %, Центральном – 17,9 %, Орджоникидзевском – 11,3 %, Кузнецком – 11,5 %, Куйбышевском – 0,3 %.

Наибольший объем выбросов загрязняющих веществ наблюдается в Заводском районе города (59 %), где размещаются 38 предприятий, составляющих основную массу выбросов: ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат», ОАО «Западно-Сибирская ТЭЦ», ОАО ЦОФ «Кузнецкая», ОАО «Завод Гидромаш» и др. Основные загрязняющие вещества: оксид углерода, диоксид серы, пыль, оксиды азота.

По данным Отдела водных ресурсов по Кемеровской области Верхне-Обского бассейнового водного управления, объем сброса сточной, шахтно-рудничной и коллекторно-дренажной воды в природные поверхностные водные объекты за 2007 год по г. Новокузнецку составил 207,926 млн. куб. метров, в том числе без очистки 105,554 млн. куб. метров, недостаточно-очищенной – 101,777 млн. куб. метров, нормативно-очищенной – 0,595 млн. куб. метров. Мощность очистных сооружений города – 106,124 млн. м<sup>3</sup>/год, объем сточных вод, требующих очистки, – 207,332 млн. м<sup>3</sup>/год. Масса сброса загрязняющих веществ в поверхностные водные объекты в 2007 году составила 106 503,704 т.

В целях реализации распоряжения Коллегии Администрации Кемеровской области «Об экологической ситуации в г. Новокузнецк и мерах по ее улучшению» от 11.10.2006 г. № 1125-р Советом народных депутатов г. Новокузнецка в 2007 году откорректирована и согласована городская среднесрочная Программа на 2007–2009 годы.

Программа состоит из двух блоков:

1. Мероприятия общегородского значения; источник финансирования – бюджеты всех уровней;
2. Природоохранные мероприятия предприятий города; источник финансирования – собственные средства предприятий.

Целью программы является снижение антропогенного воздействия на окружающую среду, обеспечение экологической безопасности, создание благоприятной среды проживания для жителей г. Новокузнецка, а также экологическое просвещение населения.

Основные направления работ:

- завершение строительства второй очереди канализации;

– строительство водозащитных сооружений в Орджоникидзевском районе. Освоение средств в 2007 году составило 50,7 млн. руб., в том числе 29,5 млн. руб. из средств федерального бюджета, 21,2 млн. руб. – из местного бюджета;

– проектирование и строительство полигона для размещения отходов. Проект согласован всеми контролирующими органами. Подписан протокол о намерениях между администрацией города и инвестиционной компанией «Лэнд Финанс» на строительство полигона по утилизации бытовых и промышленных отходов.

Результаты реализации «Программы на 2007 – 2009 гг.»: снижение выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух на 18,3 тыс. т; увеличение доли перерабатываемых отходов; строительство полигона для размещения отходов; восстановление нарушенных земель и др.

Основные направления природоохранных мероприятий на промышленных предприятиях города:

– ОАО «НКМК» – вывод из эксплуатации доменной печи № 4. Экологический эффект – снижение выбросов на 1850 т в год.

– ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» – вывод из эксплуатации пекоприемников и кубов-реакторов КХП, реконструкция ЦВС литейных дворов доменной печи № 1 с заменой электрофильтров и ГПУ тракта шихтоподачи. Экологический эффект – снижение выбросов на 202 т в год.

– ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» – строительство газоочистки электролизного цеха № 1. Ожидаемый экологический эффект – сокращение выбросов на 1693 т в год.

– Филиал «Кузнецкая ТЭЦ» ОАО «Кузбассэнерго» – замена скрубберов котлоагрегата № 17. Экологический эффект – снижение выбросов на 36 т в год.

В отчетном году разработана «Концепция восстановления и реабилитации малых рек и водоемов на территории города Новокузнецк».

Основные принципы Концепции восстановления малых рек:

– обеспечение рационального использования природных ресурсов, основанного на повышении эффективности правовых, административных и экономических методов управления водными объектами и прилегающими территориями;

– обеспечение экологической безопасности при разработке проектов и реализации градостроительных и инженерных решений на водных объектах города;

– законодательное закрепление ответственности за содержание водных объектов и их прибрежных территорий.

Таким образом, экологической ситуации в городе стало уделяться больше внимания. В целях улучшения экологической обстановки в г. Новокузнецке стали разрабатываться целые комплексы природоохранных мер, а также осуществляться более жесткий контроль за предприятиями и

производством. Однако, принятые меры – лишь малый шаг в улучшении экологической ситуации. Экология требует постоянного контроля и внимания. Следовательно в последующие годы должны разрабатываться новые и новые проекты по улучшению экологической обстановке в г. Новокузнецке.

УДК 622.6

## **ПОЖАРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ**

**Александров Р.А.**

**Научный руководитель: доцент Шилинговский И.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В ходе продолжающейся реформы железнодорожного транспорта важно сохранить все связи и принципы, обеспечивающие функционирование отрасли как единого организма. Одним из таких важнейших принципов, который должен действовать абсолютно и единообразно во всех филиалах, организациях, дочерних обществах железнодорожного транспорта, должно быть поддержание высокого уровня пожарной безопасности.

Решением этой задачи ОАО «Российские железные дороги» занимается совместно с Федеральным государственным предприятием «Ведомственная охрана железнодорожного транспорта Российской Федерации» (ФГП ВО ЖДТ России). В результате совместной работы на железнодорожном транспорте была создана система обеспечения пожарной безопасности. Так, ФГП ВО ЖДТ России на договорной основе ведет работу по предупреждению пожаров на объектах ОАО «РЖД», а также осуществляет тушение возникших пожаров. Для этого предприятие имеет в распоряжении на сети железных дорог 322 пожарных поезда, около 400 специалистов, занятых пожарно-профилактической деятельностью.

В ОАО «РЖД» за работу в области пожарной безопасности отвечает Управление охраны труда, промышленной безопасности и экологического контроля, в составе которого имеется сектор пожарной безопасности. Также создана Центральная пожарно-техническая комиссия ОАО «РЖД». Активно работают дорожные пожарно-технические комиссии. Аналогичные комиссии имеются и на отделениях железных дорог.

В ОАО «РЖД» издан ряд распорядительных документов, действие которых направлено на обеспечение пожарной безопасности транспорта, такие как «Положение об организации в ОАО «РЖД» служебного расследования и учета пожаров и их последствий», «Регламент осуществления мероприятий по контролю над соблюдением требований пожарной безопасности на объектах и подвижном составе ОАО «РЖД».

В прошлом году в компании начата реализация инновационного проекта по организации комплексной системы капитального ремонта, монтажа и технического обслуживания автоматических систем охранно-пожарной, пожарной сигнализации и пожаротушения на объектах ОАО «РЖД». Одна из задач этого проекта заключается в создании автоматизированной системы мониторинга состояния пожарной безопасности объектов железных дорог – филиалов ОАО «РЖД».

Принимаемые меры и согласованные совместные действия позволили уменьшить число пожаров на объектах и подвижном составе ОАО «РЖД». Так, в 2003 г. произошло 293 пожара, в 2004 г. – 232, в 2005г. – 211, в 2006г. – 191, в 2007 г. – 189.

Пожалуй, главным достижением можно считать резкое снижение количества погибших на пожарах людей. Если в 2003 г. на пожарах погибло 40 чел., то в 2007 г. – 5 чел. Несколько уменьшились вызванные пожарами сбои в движении поездов. Так, в 2003 г. суммарное время задержек движения поездов составило 670 ч, в 2007г. – 450ч.

Вместе с тем осталось много нерешенных проблем. Так, в 2003 – 2006 гг. ежегодно увеличивался прямой материальный ущерб от пожаров. В 2006 г. он превысил 65 млн. руб. В 2007 г. его удалось снизить до 36 млн. руб.

По-прежнему основное количество пожаров на железнодорожном транспорте приходится на подвижной состав (рисунок 1), где их доля составляет около 70%. Так, в 2007 г. из 189 пожаров 126 произошло на подвижном составе.



Рисунок 1 – Статистика пожаров на подвижном составе железных дорог

Особенно тяжелое положение сложилось с пожарной безопасностью локомотивов (рисунок 2). Число пожаров на них не уменьшается. Каждый пожар приводит к сбою движения поездов. В прошлом году на локомотивах ОАО «РЖД» произошло 56 пожаров, в том числе на электровозах – 29.



Рисунок 2 – Статистика количества пожаров на локомотивах различных серий

Все пожары на локомотивах произошли в результате технических неисправностей, таких как неисправности высоковольтных цепей, тяговых двигателей, низковольтных цепей. На тепловозах пожары возникали из-за короткого замыкания в силовых и вспомогательных цепях, неисправностей тяговых двигателей, выхлопных трактов, топливопровода, генератора, турбокомпрессора, изломов подшипников и валов.

При этом 93% пожаров на электровозах произошло на машинах со сроком эксплуатации более 20 лет. Пожары на тепловозах также большей частью возникали на старых машинах: 67% при сроке эксплуатации свыше 20 лет. Совершенно очевидно, что основная причина возникновения пожара – высокая степень износа локомотивов (рисунок 3).



Рисунок 3 – Статистика количества пожаров на локомотивах, в соответствии с их сроком годности

В ОАО «РЖД» принимаются меры к обновлению парка локомотивов, но полностью решить эту задачу в короткие сроки невозможно. Поэтому необходимо находить средства повышения пожарной безопасности на действующем локомотивном парке.

Один из путей снижения потерь от пожаров на локомотивах – защита их автоматическими установками пожаротушения. В настоящее время проекты автоматических установок пожаротушения имеются практически на все серии ранее построенных электровозов. Электровозы подлежат оборудованию этими установками при производстве капитального ремонта в объеме КР-2. Для локомотивов новых серий защита автоматическими установками пожаротушения предусмотрена при строительстве.

Несмотря на постоянное совершенствование противопожарной защиты пассажирских вагонов, к сожалению, число пожаров на железных дорогах не сокращается. Достаточно отметить, что только за последние пять лет на российских железных дорогах допущен 51 пожар в пассажирских вагонах, в результате которых погибло пять и травмировано 12 человек.

Причины возникновения пожаров в пассажирском подвижном составе разнообразны. Иногда они носят случайный характер, в том числе связанный с элементом небрежности пассажиров и не всегда могут быть заблаговременно предотвращены. К наиболее частым причинам возникновения пожаров относятся неосторожное обращение с огнем (до 70 %) и неисправность электрооборудования (до 12%).

Удаленность от водоисточников и подразделений пожарной охраны в значительной степени осложняет ликвидацию пожаров. Высокая пожарная опасность пассажирских вагонов определяется наличием источников зажигания и большой пожарной нагрузкой при высокой населенности вагонов пассажирами в сочетании с ограниченными возможностями их эвакуации. Постоянную пожарную нагрузку составляют горючие материалы, входящие в конструкцию и отделку вагона. Так, для купейных вагонов постройки 1980-х годов она достигает  $200 \text{ кг/м}^2$ , для плацкартных –  $170 \text{ кг/м}^2$ . Влияние на безопасность пассажиров оказывает и скорость развития пожара. Например, в пассажирских вагонах она достигает в коридоре 5 м/мин, в купе – 2,5 м/мин, т.е. за 15 – 20 мин огнем охватывается практически весь вагон.



Рисунок 4 – Динамика снижения пожаров в пассажирских поездах

Помимо высокой температуры происходит выделение таких токсичных продуктов, как окись углерода, хлористого и цианистого водорода. Концентрация этих веществ уже на четвертой минуте пожара в вагоне превышает предельно допустимую норму. Анализ натуральных огневых испытаний, а также реальных пожаров показывает, что для снижения их количества, сокращения материального ущерба и обеспечения безопасности пассажиров необходимо проведение технических мероприятий, как при строительстве вагонов, так и при их капитальном ремонте.

Использование в вагоностроении и при капитальном ремонте негорючих и трудногорючих материалов позволяет снизить скорость развития пожара, обеспечить безопасную эвакуацию пассажиров и сохранить материальные ценности. Внедрение таких материалов позволило в настоящее время на вагонах Тверского вагоностроительного завода снизить пожарную нагрузку со 170 до 50 кг/м<sup>2</sup>.

Еще одним из элементов, влияющих на снижение пожарной опасности вагонов и обеспечение безопасной эвакуации пассажиров, является внедрение в конструкцию вагона огнезадерживающей перегородок, способной сдерживать распространение огня и продуктов горения в течение 30 мин. Помимо этого для сокращения времени эвакуации пассажиров из вагонов и своевременного обнаружения очага пожара пассажирские вагоны оборудуются дополнительными аварийными выходами, автоматической пожарной сигнализацией и системой пожаротушения с использованием имеющегося в вагоне запаса воды.

Однако существуют и нерешенные проблемы. В первую очередь это касается оснащения вагонов системами дымоудаления, отсутствие которых является немаловажным препятствием для безопасной эвакуации людей; внедрения газоанализаторов для обнаружения таких опасных факторов пожара, как токсичность.

Актуальность решения этих проблем, прежде всего, связана с тем, что 58% всех пожаров при перевозке пассажиров в дальнем и пригородном сообщении возникает на перегонах, включая искусственные сооружения, что значительно осложняет их тушение в связи с удаленностью от водоисточников и пожарных подразделений. Поэтому заблаговременное предупреждение пожароопасных ситуаций, оснащение вагонов самыми современными средствами и системами контроля возгораний и борьба с пожарами должны рассматриваться в качестве приоритетных задач и железнодорожниками, и поставщиками подвижного состава.

Таким образом, пожароопасная обстановка на железнодорожном транспорте всегда являлась сдерживающим фактором в улучшении эксплуатационных показателей. Новому поколению железнодорожников необходимо постараться как можно существеннее повысить пожарную безопасность на объектах железнодорожного транспорта.



## **ВОЗДЕЙСТВИЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА АТМОСФЕРУ**

**Ярмола А.В.**

**Научный руководитель: доцент Шилинговский И.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Одним из основных источников неблагоприятных воздействий в городах является транспорт. По данным Департамента автомобильного транспорта Министерства транспорта РФ доля только автотранспорта в суммарных выбросах загрязняющих веществ в атмосферу достигает 60%, а доля автотранспорта в акустическом воздействии на население городов достигает 75 – 85%.

Воздействие автомобильного транспорта на состояние окружающей среды чрезвычайно разнообразно. В то же время, существуют наиболее общие закономерности воздействия, определяющие степень вредного воздействия на население городов. Для автомобильного транспорта характерно загрязнение во всех средах обитания (атмосфере, литосфере и гидросфере), но характерной особенностью этих воздействий является преобладающее (до 90% от всех воздействий) на атмосферу.

Под загрязнением водоемов понимают снижение их биосферных функций и экологического значения в результате поступления в них вредных веществ. Загрязнение вод транспортными отходами проявляется в изменении физических и органолептических свойств (нарушение прозрачности, окраски, запахов, вкуса), увеличении содержания сульфатов, хлоридов, нитратов, токсичных тяжелых металлов, сокращении растворенного в воде кислорода воздуха, появлении радиоактивных элементов. Установлено, что более 400 видов веществ, выделяемых при работе автотранспорта, могут вызвать загрязнение вод. В случае превышения допустимой нормы хотя бы по одному из трех показателей вредности: санитарно-токсикологическому, общесанитарному или органолептическому, вода считается загрязненной.

Интенсивное загрязнение гидросферы автотранспортом происходит вследствие следующих факторов. Одним из них является отсутствие гаражей для тысяч индивидуальных автомобилей, хранящихся на открытых площадках, во дворах жилых застроек. Положение усугубляется ещё и тем, что сеть ремонтных служб для автомобилей личного пользования недостаточно развита. Это вынуждает их владельцев производить ремонт и техническое обслуживание своими силами, что они и делают, конечно, без учёта экологических последствий. Примером могут служить частные мойки или несанкционированные площадки для мойки автомобилей: из-за отсутствия моечных пунктов эту операцию зачастую выполняют на берегу

реки, озера или пруда. Между тем автолюбители всё в больших объёмах пользуются синтетическими моющими средствами, которые представляют определённую опасность для водоёмов.

Ливневые сточные воды с поверхности автомагистралей, площадок АЗС, с территории автотранспортных и авторемонтных предприятий также являются мощным источником загрязнения водных бассейнов в городской местности нефтепродуктами, фенолами и легкоокисляющимися органическими веществами. Поступление со стоками тяжелых металлов и токсичных веществ резко ограничивает потребление и использование водных ресурсов.

Для снижения загрязнения поверхностных вод открытых водоемов необходимо создание бессточной системы водоснабжения на участках, используемых для мытья автомобилей, а также строительство локальных очистных сооружений с последующим разбавлением остаточного количества загрязняющих веществ. Практика показала, что существующие технологические процессы по обезвреживанию сточных вод способствуют удалению 95 – 99% органических веществ и 40 – 99% взвешенных веществ. Однако они практически не снижают содержание в них солей, из которых наибольшую опасность представляют токсические вещества, в том числе канцерогенные, к которым относится один из наиболее токсичных – тетраэтилсвинец.

Под загрязнением понимается процесс привнесения в воздух или образование в нём физических агентов, химических веществ или организмов, неблагоприятно воздействующих на среду жизни или наносящих урон материальным ценностям. В определённом смысле загрязнением можно считать и изъятие из воздуха отдельных газовых ингредиентов (в частности кислорода) крупными технологическими объектами, в данном случае, технологическим объектом является автомобильный транспорт. Загрязняющие и ядовитые вещества переносятся на большие расстояния, попадают с осадками в почву, поверхностные и подземные воды, в океаны, отравляют окружающую среду, отрицательно сказывается на получении растительной биомассы и включаются в круговороты многих элементов биосферы. Циркуляция атмосферных потоков влияет на местные климатические условия, а через них – на режим рек, почвенно-растительный покров и на процесс рельефообразования. Следовательно, не смотря на то, что масса внешней оболочки биосферы (атмосферы) ничтожно мала по сравнению с массой планеты, ее роль во всех природных процессах огромна. Наличие вокруг земного шара атмосферы определяет общий тепловой режим поверхности Земли. Современный газовый состав атмосферы является результатом длительного исторического развития природы и, как известно, складывается из азота (78,09 %), кислорода (20,95 %), аргона (0,93 %), углекислого газа (0,03 %), неона и других газов и паров воды. Кроме того, газовый состав содержит различные вещества,

выделяемые природными и техногенными источниками, такие как пыль, имеющая растительное, вулканическое, космическое, почвенное и техногенное происхождение; капельножидкая вода (туман); частицы морской соли; газы, образующиеся во время лесных и степных пожаров; различные продукты растительного, животного или микробиологического происхождения.

Автомобильные выхлопные газы - смесь примерно 200 веществ. В них содержатся углеводороды – не сгоревшие или не полностью сгоревшие компоненты топлива, доля которых резко возрастает, если двигатель работает на малых оборотах или в момент увеличения скорости при старте, то есть во время заторов красного сигнала светофора. Именно в это время выделяется больше всего несгоревших частиц: примерно в 10 раз больше, чем при работе двигателя в нормальном режиме. В выхлопных газах двигателя, работающего на нормальном бензине и при нормальном режиме, содержится в среднем 2,7 % оксида углерода. При снижении скорости эта доля увеличивается до 3,9 %, а на малом ходу – до 6,9 %. Оксид углерода и большинство других газовых выделений двигателей тяжелее воздуха, поэтому они скапливаются у земли. Ребёнок, сидящий в коляске на тротуаре улицы с большим движением транспорта, вдыхает гораздо больше токсичных веществ, чем мать, которая с ним гуляет. Оксид углерода соединяется с гемоглобином крови и мешает ему нести кислород в ткани организма.

К основным факторам загрязнения от автомобильного транспорта относятся:

- вредные химические вещества (ВВ) – продукты выхлопа отработавших газов автомобиля (диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, оксид углерода, бензапирен и др.);

- взвешенные вещества (сажа и пыль) – продукты стирания шин и выхлопа дизельных двигателей;

- вредные физические поля (акустическое – повышенный шум и инфразвук, электромагнитное), источником которых являются системы освещения (электромагнитные воздействия), шины, выхлоп и двигатели автомобилей (повышенный шум и инфразвук).

Для того чтобы можно было сравнить эти разные воздействия между собой по степени вредности, приведем характер воздействий к предельным расстояниям (размеру санитарно-защитной зоны – СЗЗ) для каждого из рассмотренных факторов (таблица 1).

Таблица 1 – Воздействие автомобильного транспорта на атмосферу

Вредный фактор	Нормируемая характеристика (ПДК -предельно-допустимая концентрация, ПДУ - предельно- допустимый уровень)	Размер санитарно- защитной зоны, м
Вредные химические вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	30...60 (до100)
Взвешенные вещества	ПДК, мг/м <sup>3</sup>	20...30 (до50)
Электромагнитные поля	ПДУ, А/м	10...20
Повышенный шум	ПДУ, дБА	600...1000
Инфразвук	ПДУ, дБ	40...70 (до200)

Анализ приведенных в таблице 1 данных показывает, что преобладающим вредным фактором от воздействия автомобильного транспорта в окружающей среде является акустическое загрязнение. Повышенный шум, без применения специальных средств шумозащиты, создает зону сверхнормативного воздействия, достигающую 600 – 1000 м. Шум, генерируемый автотранспортными потоками, распространяется на расстояния в десятки раз большие, чем другие вредные факторы. Таким образом, шум на порядок опаснее других вредных факторов окружающей среды, если сравнивать численность населения, подвергающегося его вредному воздействию.

Проблема защиты населения вредного воздействия автомобильного транспорта - это, в значительной степени, проблема защиты от шума

Применяются три основных направления снижения акустического загрязнения:

- снижение шума в источнике;
- снижение шума в защищаемом здании;
- снижение шума на пути распространения от источника до защищаемого объекта (здания).

Снижение шума в источнике достигается созданием малошумных автомобилей, применением звукопоглощающих покрытий автомобильных дорог. Стоимость шумозащиты может достигать 10% от стоимости всего сооружения или изделия. Поэтому реальное снижение шума в источнике – как правило, длительный и трудоемкий процесс, видимые результаты которого достигаются десятилетиями. Так, например, за последние тридцать лет достигнуто снижение шума автомобилей на 10...12 дБА, что, однако, недостаточно для решения проблемы акустического загрязнения от автотранспорта.

Для снижения шума в здании в последнее время во всем, и, в том числе, в нашей стране, широко используется мера по увеличению звукоизоляции зданий путем применения специального шумозащитного двойного или тройного остекления. Эта мера достаточно эффективна, но требует выполнения немалых затрат и имеет ограничения по эффективности,

что делает зачастую применение специального остекления недостаточно эффективным. Ограничение заключается в том, что согласно действующим нормативным отечественным документам при применении специального остекления норма шума в жилой застройке может быть увеличена на 10 дБА. Таким образом, установленная эффективность специального остекления не превышает 10 дБА, что в большинстве случаев является недостаточным, так как обычно превышение достигает 15...20 дБА.

На пути распространения от источника до здания шум может быть уменьшен следующими мерами и средствами:

- увеличением расстояния;
- применением зеленых насаждений;
- сооружением специально спроектированных препятствий – земляных насыпей или выемок, а также акустических экранирующих сооружений (многоэтажных паркингов, магазинов, складских и пр. зданий) и акустических экранов.

Защита расстоянием осуществляется путем создания санитарно-защитной зоны (СЗЗ) между источником и жилой застройкой. Учитывая, что закон затухания шума с расстоянием от транспортных потоков (транспортных средств и подвижного состава) выражается в уменьшении уровней звука при каждом удвоении расстояния на 3 дБА, защита расстоянием выступает как мера паллиативная, так как в предельных случаях величина СЗЗ должна достигать более 500... 1000 м от дороги. При этом, как правило, транспортные магистрали прокладываются в непосредственной близости от жилой застройки на расстояниях 50... 100 м.

Зеленые насаждения – очень популярная, но не очень эффективная мера шумозащиты. При применении густых посадок зеленых насаждений шириной 25...30 м максимальный эффект шумоглушения не превышает 8...10дБА, что зачастую недостаточно. Кроме того, это сезонная мера, так как только густая листва создает эффект существенного снижения шума зелеными насаждениями.

Наиболее эффективной мерой по шумоглушению представляется искусственных экранирующих сооружений (акустических экранов или шумозащитных барьеров) вдоль автотранспортной магистрали. Эффективность таких систем зависит от материала, высоты и длины экрана, уровень снижения шума экраном может достигать 10...20 дБА.

Таким образом, транспорт – очень важный неблагоприятный фактор состояния окружающей среды. Почти все виды транспорта загрязняют окружающую среду, в особенности воздух, а также и воду, и вызывают значительный шум. Поглощается много земельных ресурсов для транспортной инфраструктуры – автомобильных дорог.

Транспортная инфраструктура создает значительные по площади техногенные ландшафты. Значительное количество природных ресурсов расходуется на производство автомобилей и сооружение элементов транспортной инфраструктуры. Все виды транспорта представляют

серьезную опасность для жизни, здоровья и имущества людей.

Общая цель в системном управлении транспортом заключается в нахождении оптимального соотношения между обеспечением потребностей общества и снижением загрязнения окружающей среды. Стратегии управления будут зависеть от локальных ситуаций и потому будут различными для конкретных стран, регионов и городов.

УДК 504.06

## **ВЛИЯНИЕ ГОРНОДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ НА МИГРАЦИЮ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**Кокорев А.**

**Научный руководитель: к.х.н., доцент Лежава С.А.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Главная особенность современного этапа развития биосферы – постоянное возрастание роли антропогенного фактора в формировании миграционных потоков элементов. К сожалению, человек часто без должного внимания вмешивается в установившиеся взаимосвязи между природными явлениями и, нарушая их, приводит к непредсказуемым последствиям.

Принципиальное отличие человечества от животного мира заключается в создании им техносферы. Человечество, представляя ничтожную долю биомассы планеты, за счет своей технологической деятельности интенсивно меняет спектр элементов и их концентрацию в окружающей среде. Миграционные потоки ряда элементов, в частности Pb, Cd, Fe, Cu, Zn, As, Hg и т.д., обусловленные деятельностью человека, уже сейчас значительно превосходят уровень рассеяния этих элементов, связанный с геологическими процессами. Мы все чаще сталкиваемся с тем феноменом, о котором говорил В.И. Вернадский (1980): человечество становится ведущей геологической силой, и его деятельность определяет формирование современной геологической обстановки в атмосфере, гидросфере и верхних зонах литосферы. Особенно это относится к горнодобывающей промышленности, в результате которой поверхность Земли в некоторых регионах изменяется до неузнаваемости и превращается в «лунные ландшафты».

В последние десятилетия проблема загрязнения природных систем токсичными компонентами техногенного происхождения приобретает все большую актуальность в силу нарастающего влияния источников тяжелых металлов на окружающую среду и, как следствие, – на трофические цепи и организм людей.

Традиционно при геоэкологических исследованиях анализируются

общие содержания токсичных, элементов, но только миграционноспособные формы токсикантов могут быть опасными для экосистем, в то время как трудноподвижные формы малоопасны. Легкоподвижными и способными к миграции формами нахождения тяжелых металлов являются в первую очередь растворимые и обменные формы.

Экранирующая роль геохимических барьеров замедляет окисление сульфидов в 2 – 3 раза, что определяет снижение потока растворенных форм металлов в поверхностные и грунтовые воды

Техногенные воды являются высокоминерализованными сульфатными растворами. Основные химические формы нахождения металлов в поровых водах – это сульфатные комплексы и аква-ионы ( $\text{Me}(\text{SO}_4)_2^{\circ}$  >  $\text{Me}(\text{SO}_4)_2 \setminus \text{Me}^{2+}$ ), а в поверхностной воде реки большее значение приобретают карбонатные, гидрокарбонатные и гидроксидные комплексы металлов ( $\text{MeCO}_3^0$ ,  $\text{Me}(\text{CO}_3)_2 \setminus \text{MeHCO}_3^+$ ,  $\text{Me}(\text{OH})_2^{\circ}$ ,  $\text{MeOH}^+$ ). В отличие от поровых вод, из которых формируются сульфатные твердые фазы (англезит, ярозит, гипс, ангидрит), в поверхностных водах могут образовываться карбонатные и гидроксидные соединения (смитсонит, отавит, кальцит, ферригидрит) оседающие в виде взвеси.

Аномалии металлов в донном осадке протягиваются на расстояние десятков километров от очага загрязнения с формированием наиболее контрастных ореолов РЬ, Ва и Си в нижнем течении. В результате вертикального структурирования в донных осадках образуются обогащенные металлами горизонты. На границе раздела вода-осадок металлы связываются в устойчивые соединения, но при подкислении среды могут выноситься и стать причиной вторичного загрязнения поверхностных вод.

Попадание токсичных элементов в организм человека от складированных отходов проходит по двум миграционным путям: 1) отходы – поровые воды – поверхностные воды – питьевые воды (гидрогеохимический); 2) отходы – (поровые воды, эоловый снос) – наземная и околородная растительность – крупный рогатый скот – молочные продукты (биогеохимический). В гидрогеохимическом пути наиболее опасны для человека Ва, Zn, Cd, в биогеохимическом - Zn, Cd, Pb. Инертный в отходах и поверхностных водах РЬ становится подвижным при попадании в биоту, и его опасность для животных и человека резко возрастает.

Исследованиям в области экологической геохимии посвящается огромное количество работ, поскольку защита среды обитания от последствий деятельности человека приобретает первостепенную важность среди наук о Земле.

В Западной Сибири за последние 70 лет в результате деятельности добывающей и перерабатывающей промышленности скопилось огромное количество промышленных отходов. Наиболее опасными из них являются отходы обогащения сульфидсодержащих руд, так как они содержат большие концентрации таких опасных элементов как Cd, Cu, Pb, Ва, As. Объемы

накопленных сульфидных отходов исчисляются сотнями млн. т. Расположенные на поверхности, они постоянно подвергаются окисляющему воздействию кислорода атмосферы и дренажных вод. Металлы, содержащиеся в недоизвлеченных сульфидах, при окислении последних освобождаются и вместе с водами выносятся в окружающую среду, переосаждаясь в различных ее компонентах: донных осадках водоемов и ручьев, почвах.

На горнодобывающих предприятиях огромное количество дисперсных отходов накапливается в крупных емкостях, так называемых хвостохранилищах, которые служат источником токсичных элементов, попадающих в грунтовые воды и загрязняющих огромные территории измененными, включая кислые, водами.

В последние десятилетия окислению сульфидов уделяется большое внимание. Основная особенность растворов в зоне окисления - это специфическая сульфатность, кислотность и высокое содержание таких металлов, как Си, Zn и Fe.

Во всех случаях распределение металлов в водоёмах и почвах зависит от рН, температуры, концентрации солей, химической формы, биологической активности и других факторов.

В природных водах элементы могут мигрировать в коллоидной, взвешенной и истинно растворенной формах.

Наибольшую опасность представляют ионные и, в том числе, комплексные формы тяжёлых металлов.

В настоящее время миграция тяжелых металлов в окружающей среде определяется нарастающей волной их поступления в различные природные компоненты вследствие хозяйственной деятельности человека.

УДК 622.6

## **ПРИДЁТ ЛИ ЕЩЁ ОДИН ЛЕДНИКОВЫЙ ПЕРИОД**

**Тимакова С.А.**

**Научные руководители: к.т.н., профессор Коротких И.К.,  
к.т.н., доцент Коротких Н.К.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Ледниковые периоды – относительно длительные этапы в геологической истории Земли, в течение которых на фоне общего относительного похолодания климата многократно чередовались периоды резкого похолодания, сопровождающиеся интенсивным развитием материковых ледниковых покровов – оледенений и относительных потеплений – межледниковий, в течение которых материковые оледенения уменьшались в размере. В течение оледенений иногда выделяются



интерстадиалы – периоды более мягкого климата внутри оледенения.

В истории земли выделяются следующие ледниковые эры:

- Раннепротерозойская – 2500 – 2000 млн. лет назад
- Позднепротерозойскую – 900 – 630 млн. лет назад
- Палеозойскую – 460 – 230 млн. лет назад
- Кайнозойскую – 30 млн. лет назад – настоящее время.

Придет ли еще один Ледниковый период? Ученые не могут ответить на этот вопрос. Иногда можно слышать утверждение, что ледниковый период уже позади и человеку не придется сталкиваться с этим явлением.

Это было бы справедливо, если рассматривать современное оледенение на земном шаре – всего лишь как остаток Великого оледенения, и оно должно вскоре исчезнуть.

На самом деле ледники продолжают существовать и вносят важный вклад в жизнь нашей планеты. Величественные и спокойные, ледники находятся в постоянном движении, Перемещение ледяных масс производит огромную работу. Ледники имеют самые разные размеры: от одного до десятков километров в длину. Ледники оказывают огромное влияние на климат Земли, стоит массивам льда у поясов растаять, как в полярных областях станет гораздо теплее, а на берегах Северного Ледовитого океана появится богатая растительность.

Общим условием образования ледников является сочетание низких температур воздуха с большим количеством твёрдых атмосферных осадков, что имеет место в холодных странах высоких широт и в вершинных частях гор. Однако, чем больше суммы осадков, тем выше могут быть температуры воздуха.

Преобразование снега в фирн, а затем в лёд, может идти как при отрицательной температуре, так и при температуре таяния. В первом случае – путём рекристаллизации, вызываемой давлением вышележащей толщи и уменьшением пористости снега. Во втором случае – посредством таяния снега с повторным замерзанием талой воды в толще.

Кроме вынужденных колебаний, прямо связанных с балансом массы, некоторые ледники испытывают быстрые подвижки (пульсации, сёрджи), которые возникают как результат процессов внутри самого ледника – скачкообразных перестроек условий на ложе и перераспределения вещества между областями аккумуляции и абляции без существенного изменения общей массы льда.

Современные ледники покрывают площадь свыше 16 млн. км<sup>2</sup>, или около 11% суши. В них сосредоточено более 25 млн. км<sup>3</sup> льда – почти две трети объема пресных вод на планете.

В определённых условиях (низкая температура, низкая влажность воздуха, высокая солнечная радиация) на поверхности ледников могут образовываться кающиеся снега и льды, остроконечные образования, иногда достигающие длины нескольких метров, которые наклонены в направлении на полуденное положение солнца и напоминают коленопреклоненные

фигуры молящихся. Впервые это природное явление было обнаружено Чарльзом Дарвином в 1835 г. во время его путешествия в Анды в Южной Америке. Также в местах перегибов нижележащего рельефа на внешней границе ледника формируются разломы, называемые бергшундами.

Двигаясь по земной поверхности, они разрушают ее, выламывая горные породы, перенося на огромные расстояния глину и песок. Сантиметр за сантиметром проползает лед по твердым каменным породам, оставляя на них борозды и шрамы, разламывая и унося их с собой.

Причины крупных оледенений Земли остаются загадкой. Существуют лишь разные гипотезы (предположения). Невероятно, чтобы начало глобальному оледенению положил лишь один фактор. Наоборот, должны были совпасть несколько факторов.

Сосредоточение континентов у тропиков необходимо для начала глобального оледенения. Большое количество осадков в тропиках ведёт к усилению речного стока, что захоранивает больше карбонатов, удаляя углекислый газ из атмосферы. Полярные континенты из-за низкого испарения слишком сухи для такого большого отложения углерода.

К космическим гипотезам относятся предположения о влиянии на похолодание Земли различных участков Вселенной, которые проходит Земля, двигаясь в космосе вместе с Галактикой. Одни считают, что похолодание наступает тогда, когда Земля проходит участки мирового пространства, заполненные газом. Другие – те же последствия приписывают воздействию облаков космической пыли. Согласно еще одной из гипотез Земля в целом должна испытывать большие изменения, когда она, перемещаясь вместе с Солнцем, переходит из насыщенной звездами части Галактики в ее внешние, разреженные области. Когда земной шар приближается к апогалактию – точке, наиболее удаленной от той части нашей Галактики, где расположено наибольшее количество звезд, он входит в зону «космической зимы» и на нем начинается ледниковая эпоха.

Развитие оледенений связывают также с колебаниями активности самого Солнца. Гелиофизики уже давно выяснили периодичность появления на нем темных пятен, вспышек, протуберанцев и научились прогнозировать эти явления. Оказалось, что солнечная активность периодически меняется. Существуют периоды разной длительности 2 – 3, 5 – 6, 11, 22 и около 100 лет. Может так случиться, что кульминации нескольких периодов разной длительности совпадут и солнечная активность будет особенно велика. Но может быть и наоборот – совпадут несколько периодов пониженной солнечной активности, и это вызовет развитие оледенения. Подобные изменения солнечной активности, безусловно, отражаются на колебаниях ледников, но вряд ли способны вызвать великое оледенение Земли.

Повышение или понижение температуры на Земле может происходить также в случае изменения состава атмосферы. Так, углекислота, свободно пропускающая солнечные лучи к Земле, но поглощающая большую часть ее теплового излучения, служит колоссальным экраном, который препятствует

охлаждению нашей планеты. Сейчас содержание в атмосфере  $\text{CO}_2$  не превышает 0,03%. Если эта цифра уменьшится вдвое, то средние годовые температуры в умеренных поясах снизятся на 4–5°, что может привести к началу ледникового периода.

Своеобразным экраном может служить и вулканическая пыль, выбрасываемая при крупных извержениях до высоты 40 км. Облака вулканической пыли, с одной стороны, задерживают солнечные лучи, а с другой – не пропускают земное излучение. Но первый процесс сильнее второго, поэтому периоды усиленного вулканизма должны вызывать охлаждение Земли.

Широко известна идея о связи оледенения с горообразованием. Во время эпох горообразования поднимавшиеся части континентов попадали в более высокие слои атмосферы, охлаждались и служили местами зарождения ледников.

По мнению многих исследователей, оледенение может возникать также в результате перемены направления морских течений. Например, течение Гольфстрим ранее было отклонено выступом суши, простиравшимся от Ньюфаундленда к островам Зеленого мыса, что способствовало охлаждению Арктики по сравнению с современными условиями.

Для начала глобального оледенения необходим низкий уровень парниковых газов, таких, как углекислый газ, метан и водяной пар. В последнее время связывают развитие оледенения с перестройкой циркуляции атмосферы – когда в отдельные районы планеты попадают больше количество осадков и при наличии достаточно высоких гор здесь возникает оледенение.

Возможно, оледенению способствовало поднятие Антарктического материка. В результате разрастания ледникового покрова на несколько градусов уменьшилась температура всей Земли, и на несколько десятков метров понизился уровень Мирового океана, что способствовало развитию оледенения на севере.

Что нас ждет? В настоящее время мы обеспокоены глобальным потеплением. Оно отражается на жизни планеты стихийными бедствиями, наводнениями, ураганами, подъемом уровня моря. Современное потепление представляет собой часть естественного цикла колебаний климата и в недалеком будущем сменится похолоданием, то есть ученые говорят о потеплении на фоне общего похолодания климата, приписывая потеплению не климатические, а погодные изменения.

Известно, что возросшее ныне количество выбросов в атмосферу аэрозоля антропогенного происхождения способствует уменьшению прихода солнечной радиации. В связи с этим появились голоса о начале ледниковой эпохи, но они затерялись в мощной волне опасений грядущего антропогенного потепления из-за постоянного роста  $\text{CO}_2$  и других газовых примесей в атмосфере.

Увеличение  $\text{CO}_2$  ведет к увеличению количества задерживаемого тепла

и тем самым повышает температуру. Такое же воздействие оказывают и некоторые малые газовые примеси, попадающие в атмосферу: фреоны, окислы азота, метан, аммиак и так далее. Но, тем не менее, далеко не вся масса образующейся при сгорании двуокиси углерода остается в атмосфере: 50 – 60% промышленных выбросов  $\text{CO}_2$  попадают в океан или усваиваются растениями. Многократный рост концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере не ведет к такому же многократному росту температуры. Очевидно, существует природный механизм регулирования, резко замедляющий парниковый эффект при концентрациях  $\text{CO}_2$  превышающих двух- или трехкратные.

Какова перспектива роста содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере в ближайшие десятилетия и как будет повышаться температура после этого, определенно сказать трудно. Некоторые ученые предполагают ее увеличение в первой четверти XXI века на 1 – 1,5°, а в дальнейшем и еще больше. Однако эта позиция не доказана, есть много оснований полагать, что современное потепление представляет собой часть естественного цикла колебаний климата и в недалеком будущем сменится похолоданием. Во всяком случае, межледниковье, длящееся уже более 11 тыс. лет, оказывается самым длинным межледниковьем за последние 420 тыс. лет и уже скоро, очевидно, закончится. И мы, заботясь о последствиях текущего потепления, не должны забывать и о возможном грядущем похолодании на Земле.

УДК 622.271 (075.8)

**ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ  
ВНУТРЕННЕГО ОТВАЛООБРАЗОВАНИЯ УЧАСТКА  
«АЛАРДИНСКИЙ – ЦЕНТРАЛЬНЫЙ» С ПОСЛЕДУЮЩЕЙ  
РЕКУЛЬТИВАЦИЕЙ**

**Сёмина И.С., Лябин А.С.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В связи с возрастанием роли угля в топливно-энергетическом балансе страны, как одного из наиболее надежных энергоносителей, а также сырья для металлургической и химической промышленности, основными направлениями развития народного хозяйства предусматривается существенное увеличение объемов его добычи и в первую очередь за счет опережающего развития прогрессивного открытого способа разработки.

Важная роль при этом относится Кузнецкому угольному бассейну. Кузбасс – один из уникальных бассейнов страны, в недрах которого сосредоточены богатейшие запасы высококачественных каменных углей.

Разнообразные условия залегания пластов, неоднородные по физикомеханическим свойствам породы и другие факторы предопределили необходимость применения в Кузбассе отличной друг от друга технологии

ведения горных работ не только в крупных его районах, но даже на отдельных разрезах, расположенных в различных административных районах. Изучение технологических процессов необходимо для выявления ряда проблем, следствиями которых являются снижение добычи угля, падение производительности труда как управленческой сферы, так и производственной, принятие решений, не приводящих к улучшению обстановки на предприятии, даже усугубляющих ее. Поэтому необходимо проанализировать сложившуюся ситуацию на предприятии и попытаться внедрить мероприятия по совершенствованию производственных процессов на предприятии и улучшение экологической ситуации.

Цель данной работы: снижение затрат на отвалообразование вскрышных пород и улучшение экологической ситуации на Калтанском угольном разрезе.

Для решения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выполнить анализ существующего положения по рациональной технологии внутреннего отвалообразования и рекультивации нарушенных земель на отвале Центральном участка «Алардинский – Центральный».
2. Разработка рациональной технологии внутреннего отвалообразования участка «Алардинский – Центральный».
3. Разработка рациональных рекомендаций по восстановлению нарушенных земель отвала Центральный.

В связи с большой мощностью и большим объёмом рыхлых отложений на проектируемом участке изначально рассчитывался вариант использования гидромеханизации для их смыва. Согласно календарному графику ввода участка «Алардинский-Восточный» в 2009 году планируется оформление земель под участок «Алардинский-Восточный» на площади 280 га, под отстойник карьерных вод 3 га, под площадку для сбора и отвода воды по р. Кедровый 4 га. Общая площадь отводимых земель составляет 287 га.

Применение гидромеханизации в данных горно-геологических условиях возможно, но существуют следующие трудности:

1. Применение гидромеханизации повлечёт за собой большие капитальные вложения.
2. При использовании гидромеханизации произойдет загрязнение окружающих водоёмов, которые являются источниками питьевой воды для близлежащих городов и посёлков. Произойдет загрязнение реки Большой Теш, где водится ценная промысловая рыба.
3. Развитие шахтовых горных выработок ведется в восточном направлении в сторону планируемых гидроотстойников, создаться угроза затопления шахты. Горные отводы шахты «Алардинская» и филиала «Осинниковский угольный разрез» находятся вблизи друг от друга.

4. При работе экскаваторов типа ЭКГ и ЭШ 10/70 добыча полезного ископаемого ведется круглосуточно, гидровскрыша носит сезонный характер.

5. Отсутствие горного отвода под внешние отвалы.

6. Отсутствие источника водоснабжения, который в полной мере смог бы обеспечить гидромеханизацию водой.

Формирование внешних отвалов приводит к экологическим и экономическим негативным последствиям, так как внешние отвалы занимают лишние земли, выплачивается налог за землю, происходит загрязнение подземных вод и идёт нарушение экологического равновесия. Следовательно, исходя из выше сказанного, в данной работе рациональней рассматривать бульдозерный внутренний отвал «Центральный» участка «Алардинский – Центральный». Для заполнения внутреннего отвала «Центральный» участка «Алардинский – Центральный» нужна глина, так как ниже дна котлована находятся шахтовые выработки. На проектируемом участке мощность наносов (глина) составляет 50 м, которая необходима для внутреннего отвалообразования. Формирование внутреннего отвала будет проектироваться в выработанном пространстве участка.

Предлагаемый вариант внутреннего отвалообразования позволяет решить следующие сложные задачи:

- замены гидроотвала на внутренний отвал;
- приобретение дополнительного горного отвода под внешние отвалы, что привело бы к заваливанию вскрышными породами растительности, т.е. их гибели. Подземные горные выработки шахты находятся в непосредственной близости от рабочего борта разреза (на границе охранного целика по пластам). Для исключения попадания грунтовых и поверхностных вод в шахтовые выработки необходимо первым слоем отсыпать глинами. Участок «Алардинский-Восточный» находится на расстоянии 1,3 км и имеет наносы мощностью 50 м. Дно выработки находится на отметке гор. +165. Отсыпка глинами будет производиться до отметки гор.+215. Отвалы из прочных скальных пород, отсыпанные на прочное основание под углом естественного откоса отвальных пород, устойчивы при любой неограниченной высотой. Для отвалов из песчано-глинистых пород, прочностные свойства которых зависят от ряда условий (плотность, влажность, гранулометрический и минералогический состав и т.д.) главную роль играет сопротивление сдвигу пород нарушенного и естественного сложения. На устойчивость отвалов влияние оказывают параметры принятой системы отвалообразования – высота яруса, ширина заходки на отвале, скорость подвигания заходки. Поэтому мы берем максимально допустимую высоту 1-го яруса 50 м слой глины. Слой надежно предохранит шахтовые выработки. Глина имеет свойство растекаться - это очень хороший гидроизолятор, что предохранит шахтовые выработки от грунтовых и поверхностных вод. Близость участка дает высокую производительность автотранспорта. Плановое расстояние по вскрыше 3,2 км, проектное 1,3. Увеличивается количество рейсов, объем перевозок и тем самым производительность на одну автомашину возрастает в несколько раз. Площадь земель, на которых расположены участки филиала «Калтанский

угольный разрез» на 01.01.08 г, составляет 1103,4 га, в том числе нарушенных земель – 950,4 га.

После формирования внутреннего отвала, овал подлежит рекультивации. Рекультивация земель – комплекс мероприятий, направленных на восстановление продуктивности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды. Все мероприятия по рекультивации нарушенных земель должны проводиться в строгом соответствии с представленными техническими условиями и согласно ГОСТ 17.5.1.01-83. Выделяется два этапа рекультивации: горнотехническая и биологическая, рекультивация нарушенных земель выполняется за счет себестоимости.

Рекультивационные работы, как правило, осуществляются поэтапно. Первоначально производится горнотехническая рекультивация нарушенных земель. Они представляют собой комплекс горнотехнических, земляных, инженерных и частично агромелиоративных работ, выполняемых в период или сразу по окончании разработки месторождения.

На этом этапе происходит формирование поверхности для создания оптимальных условий ведения сельскохозяйственных, лесохозяйственных или иных работ. Выполаживаются откосы, строятся подъездные пути, проводятся мелиоративные мероприятия, производится первичная (грубая) и вторичная (окончательная, после усадки) планировка поверхности.

Для цели рекультивации внутреннего отвала технологией производства горных и отвальных работ были выполнены следующие требования:

- создание отвала с учетом их рекультивации и по возможности ускоренного возврата рекультивируемых площадей в лесной фонд;
- формирование отвала устойчивого к оползням и осыпям, защищенных от водной и ветровой эрозии путем их облесения.

Второй этап – биологическая рекультивация, т.е. подготовка земель для последующего сельскохозяйственного и лесохозяйственного использования или подготовка водоемов для разведения рыб.

Работы по рекультивации завершают строительством новых или восстановлением имевших подъездных дорог, связывающих населенные пункты с рекультивированной территорией, а также новых магистральных дорог по этой территории.

Важно отметить отсыпку потенциально-плодородной породой поверхность отвала. Почвенно-экологический успех рекультивации на 60-65 % зависит от количества в породе именно фракции физической глины. В наиболее же распространенных породах отвалов каменноугольных разрезов содержание физической глины редко превышает 20 %, кроме того, в них много каменистой фракции. При таком соотношении фракций добиться высоких значений КПП (комплексный природный потенциал) при обычных технологиях рекультивации невозможно. Субстрат, содержащий физическую глину необходимого качества, называется потенциальной плодородной

породой (ППП). Материал, содержащий гумус, называется субстратом плодородного слоя почвы (ПСП). То и другое вместе составляют основу местных природных ресурсов рекультивации, обеспечивающих уровень стабильных почвенно-экологических функций и создающих естественные предпосылки для развития динамических функций.

Таким образом, формирование и восстановление ландшафта во всем его многообразии при производстве открытых горных работ играют большую роль в охране окружающей среды.

#### ВЫВОДЫ

В результате выполнения работы разработана рациональная технология внутреннего отвалообразования и восстановления нарушенных земель внутреннего отвала Центральный участка «Алардинский – Центральный».

4. Рекомендуется применение бульдозерного отвалообразования, использования которого позволит снизить капитальные затраты и эксплуатационные расходы, малые сроки строительства отвалов и безопасные условия работы отвального оборудования.

5. Рассматриваемый нами вариант формирования внутреннего отвала в выработанном пространстве участка имеет важное значение и преимущество перед внешним отвалообразованием и гидроотвалом, так как формирование выработанного пространства позволит не занимать лишние ненарушенные территории, что способствует рациональному использованию земельных ресурсов.

6. Рекультивация нарушенных земель будет иметь высокий экологический эффект. В настоящее время рекультивацию проводят на каменистых отвалах, приживаемость составляет 40 %. В породах отвалов каменноугольных разрезов содержание физической глины редко превышает 20 %, кроме того, в них много каменистой фракции. При таком соотношении фракций добиться высоких значений КПП (комплексный природный потенциал) при обычных технологиях рекультивации невозможно. В результате разработанных нами рекомендаций предлагается отсыпать отвал потенциально плодородной породой (лессовидные суглинки), так как по исследованиям проведенных в лаборатории института почвоведения и агрохимии СО РАН выявлено, что почвенно-экологический успех рекультивации на 60-65 % зависит от количества в породе именно фракции физической глины. В процессе отсыпки отвала потенциально плодородными породами создается корнеобитаемый слой, что так необходимо для жизнедеятельности растительности. Также отсыпанная поверхность отвала лессовидными суглинками позволяет задерживать влагу и светлая поверхность не так сильно нагревается как темная каменистая поверхность, все эти показатели очень сильно влияют на развитие почвообразовательных процессов и на жизнедеятельность растительности.

7. Применение внутреннего отвала позволит снизить затраты на формирования отвала и имеет важное значение с экологической



безопасности. Так как формирование внутреннего отвала позволит сохранить не нарушенные земли и сохранить экологическое равновесие в регионе.

Разработанные рекомендации позволят улучшить экологическую ситуацию на Юге Кузбасса.

#### Библиографический список

1. Рекультивация нарушенных земель в Сибири: Сборник научных трудов / Под. Ред. А.Н. Куприянова. Кемерово: ИНТ, 2006. Выпуск 2. 148 с.
2. Биологическая рекультивация нарушенных земель: Материалы Международного совещания, Екатеринбург, 3-7 июня 2002 г. Екатеринбург: УрО РАН, 2003.
3. Томаков П.И., Коваленко В.С., Михайлов А.М., Калашников А.Т. Экология и охрана природы при открытых горных работах. М.: Издательство Московского государственного горного университета. – 1994. – 418 с.: ил.
4. Томаков П.И., Наумов И.К. Технология, механизация и организация ОГР. – М: Изд. МГИ, 1992. – 464 с.

УДК 622.271 (075.8)

### **РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ВЕДЕНИЮ РЕКУЛЬТИВАЦИОННЫХ РАБОТ НА КАЛТАНСКОМ УГОЛЬНОМ РАЗРЕЗЕ**

**Сёмина И.С., Горохова Д.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В результате проведенных исследований на отвалах угольной разреза, было выявлено существенное влияние лессовидных суглинков на биологические процессы, развитие которых способствует повышению эффективности рекультивации.

На действующих разрезах ведется, как правило, разработка нескольких участков. Поэтому существует возможность отсыпки суглинков, снятых с вновь разрабатываемых участков, на уже сформированные отвалы.

На новых разрезах процесс рекультивации отстает во времени от начала разработки в виду отсутствия сформированных отвалов. Тем самым возникает необходимость складирования слоя ППП, представленного лессовидными суглинками, а вместе с ним ПСП на специальных отведенных для этой цели площадях. Однако складирование слоя ППП осложняется физико-механическими свойствами глины.

Современная рекультивация есть набор технологических приемов, позволяющих сформировать на месте нарушенных земель участки территории (местообитания, ландшафты, поля рекультивации) с заданными в

виде технического задания в рабочем проекте рекультивации параметрами хозяйственной или почвенно-экологической эффективности.

Параметры хозяйственной или почвенно-экологической эффективности выражаются в определенных единицах, численно равных так называемому комплексному природному потенциалу (КПП) поля рекультивации, сформированного комплексом технологических приемов, заложенных в рабочем проекте рекультивации.

$$KПП = B_{Э.п.} \cdot K_{С.п.}$$

где  $B_{Э.п.}$  – бонитет эталонной почвы, в баллах;

$K_{С.п.}$  – коэффициент специфичности почвы техногенного местообитания.

Из того факта, что почвы каждого техногенного местообитания обладают индивидуальным коэффициентом специфичности, следует: Понимание того, что каждый объект обладает индивидуальной специфичностью природных и антропогенных параметров, определяющих конечную эффективность рекультивации, и умение их диагностировать, измерять и оценивать являются признаком профессионализма специалиста, рекомендующего ту или иную технологическую схему в рабочем проекте рекультивации.

Почвенно-экологический эффект рекультивации зависит от количества в породе фракций физической глины на 60-65 %, гумуса на 20-25%.

Если бы местные природные ресурсы рекультивации не гибли при существующей неселективной системе отвалообразования, то значения КПП могли бы достичь 65% (при существующих значениях КПП не более 30%).

Таким образом, формирование благоприятного по экологическим параметрам рекультивационного слоя необходимо проводить с учетом водных, физических и агрохимических свойств пород, складываемых в отвалы. Это, как правило, может быть достигнуто при селективном отвалообразовании, т.е. экологическая специфика отвалов вскрышных пород, зависящая от их литологии, минералогического, химического состава, водных и физических свойств, является производной от технологии горных работ.

Стоимость технического этапа рекультивации, а как следствие, и общие затраты на рекультивацию зависят от объемного соотношения типов пород в карьере, определяемого конкретными геологическими и горно-технологическими условиями. Правильный учет соотношения пригодных и непригодных пород в карьере влияет на темпы подготовки нарушенных земель для рекультивации.

Порядок складирования пород в отвалы и мощность отдельных слоев, формирующих рекультивационный, определяются выбранным направлением биологической рекультивации с учетом экологических требований растений к факторам среды.

Необходимо учитывать, что селективная выемка и складирование

пород в отвалы являются не самоцелью, а средством достижения эколого-экономической эффективности рекультивации.

Безусловной селективной отработке подлежит плодородный слой почвы. Снятие его производится независимо от перспектив последующей разработки, валовой или селективной, и проектируемого направления рекультивации.

Рыхлая вскрыша может быть представлена большим разнообразием пород, пригодных для рекультивации. Заключение о целесообразности их селективной отработки с данными об объемах и условиях залегания на площади месторождения служит основой для выбора геотехнологии отработки и складирования рыхлых пород в первую очередь для формирования рекультивационного слоя.

Весь перечень перечисленных работ может быть выполнен при условии рассмотрения рекультивации не как самостоятельного, оторванного от горных работ процесса, а как одного из звеньев общей геотехнологии добычи сырья.

Влияние технологии рекультивации на изменение экологических параметров нарушенных земель проявляется в зависимости от направления рекультивации. Исследованиями по оценке экологических параметров пород вскрыши и грунтосмесей в отвалах, подвергшихся процессам естественной трансформации и изменений под влиянием различных технологических приемов создания рекультивационного слоя, установлено наличие положительной динамики преобразования техногенных субстратов в продуктивные при отсутствии главного компонента рекультивационного слоя – почвы.

Следовательно, от учета экологической составляющей землепользования на первых этапах горного производства зависит перспектива восстановления нарушенного ландшафта после завершения эксплуатации месторождения. Формирование отвалов, особенно на конечном контуре, производимое с учетом качественных оценок пород по пригодности для рекультивации, обеспечит сокращение периода «отработка-рекультивация».

Таким образом, почвенно-экологическая оценка любого техногенного ландшафта должна исходить из понимания индивидуальной специфики каждого объекта. Нельзя ограничиваться только констатацией площади, характеристикой пород и рельефа. Необходимо изучение структуры почвенного покрова, характера и скорости ранней стадии эволюции эмбриоземов, перспективы и направления поздней стадии. При прогнозировании сохранения техногенного ландшафта в статусе экоклина последний должен получить всестороннюю почвенно-экологическую характеристику, выраженную в конкретных параметрах. Применение современных способов ведения горных работ и методов рекультивации, увязка рекультивационных работ во взаимосвязи с горным производством позволяют не только повысить интенсивность использования единицы

земельной площади, но и создать высокопродуктивные биогеоценозы. Именно при комплексном подходе к обоснованию и осуществлению рекультивации земель может быть достигнут не только экономический эффект, но и прежде всего социально-экологический – вследствие улучшения условий окружающей среды в промышленном районе.

#### Библиографический список

1. Биологическая рекультивация нарушенных земель: Материалы Международного совещания, Екатеринбург, 3-7 июня 2002 г. Екатеринбург: УрО РАН, 2003.

2. Томаков П.И., Коваленко В.С., Михайлов А.М., Калашников А.Т. Экология и охрана природы при открытых горных работах. М.: Издательство Московского государственного горного университета. – 1994. – 418 с.: ил.

3. Ржевский В.В. Процессы открытых горных работ. – М: Недра, 1978. – 541 с.

УДК 504. 06: 629. 33

### **СОЗДАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ – ЧИСТЫХ ЗОН 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*

**Париж**, являясь центром мировой истории и культуры, и местом паломничества туристов со всех частей света, насчитывает в настоящее время 400 парков и скверов, прогулки по которым оставляют неизгладимое впечатление. Наличие в окрестностях Парижа Булонского и Венсенского лесов улучшает атмосферу воздуха столицы. Впрочем, каждый парижанин и гость в любой день могут дать оценку степени загрязненности атмосферного воздуха, так как в парке Андре Ситроен на высоте 150 м висит шар, который называется «воздух Парижа» и по цвету его можно судить о степени загрязненности воздуха в данный период времени.

Постоянно усвершенствуя состояние парков, скверов и проезжих дорог, парижане не довольствуются только косметической реконструкцией, а вступили в решительную войну с засильем автомобилей [1], являющихся источниками шума, загрязнения и автомобильных пробок. Для этого мэрией разработан генеральный план создания пешеходной и велосипедной зоны в центре Парижа (остров Cite, Латинский квартал и др.), запрещающий въезд в эту зону любого автомобиля (рисунок 1).

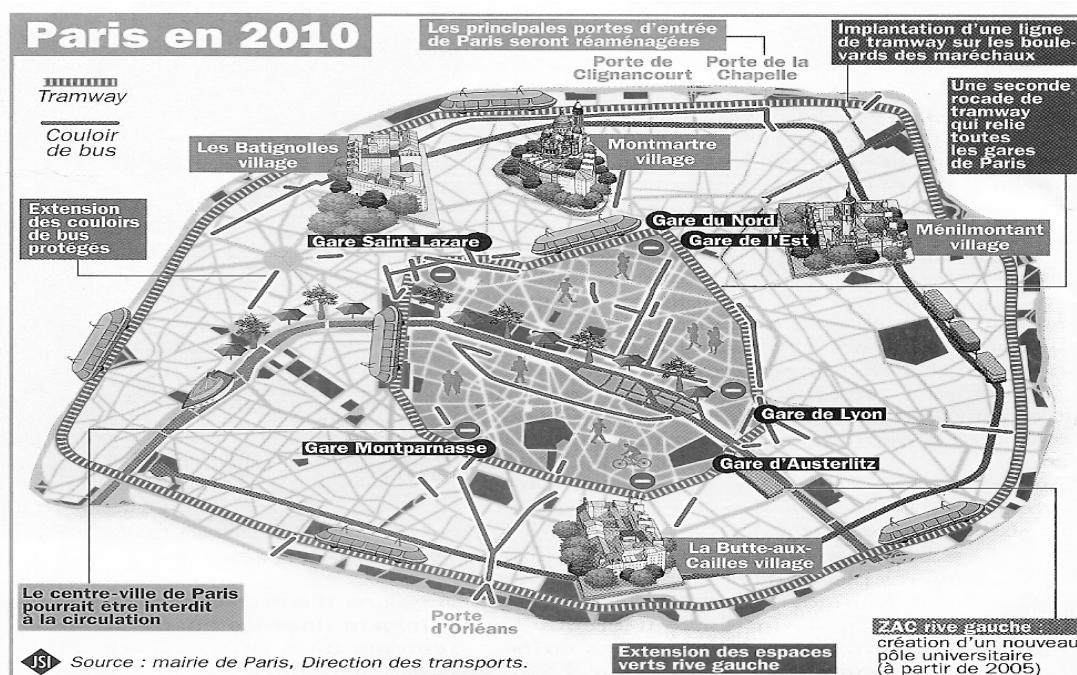


Рисунок 1 – Планируемая пешеходная и велосипедная зона в центре Парижа

Для того чтобы проехать в любую точку вокруг зоны, парижане вспомнили о таком экологически чистом виде транспорта, как трамвай. Возвращение трамвая в транспортную структуру к концу 2006 года стало настоящей сенсацией для Парижа, который отправил в гараж свой последний трамвай в 1937 году. Современные и быстрые составы длиной 43 метра, рассчитанные на 300 мест, позволяют перевозить до 10000 пассажиров в час, что в четыре раза превышает перевозки автобусами, курсирующими по малому кольцу. Новый трамвай также доступен людям с ограниченными возможностями передвижения и будет курсировать по расписанию, удобному для пересадок на другие транспортные средства (автобус, метро, железнодорожный транспорт и др.).

В перспективе по периметру пешеходно-велосипедной зоны планируется построить два трамвайных кольца.

Большое внимание в Париже уделяется развитию велосипедного транспорта, особенно в районах с узкими и сплетенными улочками. В настоящее время имеется 85 км велосипедных дорожек, а к 2010 году их общая длина увеличивается до 300 км.

**Зеленая зона современного Новокузнецка** начала развиваться с началом строительства Кузнецкого металлургического комбината, 80-летие которого будет отмечаться в этом году. Это сад металлургов, переходящий в парк им. Гагарина и обширный парковый сквер вокруг главного и металлургического корпусов Сибирского государственного индустриального университета, традиционная зона отдыха горожан на шестом километре и другие.

В настоящее время отрастают хвойными лесами Соколиные и Точилинские горы, горные отводы шахт Нагорная, Редаково-Южная и

Редаково-Северная. В непосредственной близости от города Новокузнецка располагаются сосновый бор, поймы реки Томи, Кондомы и других малых рек. Всё это позволяет улучшать экологический климат города Новокузнецка, насыщенного множеством переработанных и промышленных предприятий (рисунок 2).

Знаменательным событием для улучшения экологии города Новокузнецка является пуск в эксплуатацию завода по переработке и утилизации промышленных и бытовых отходов «ЭкоЛенд».

Вынесена часть автомобильных магистралей особенно для движения грузовых автомобилей за черту районов и самого города Новокузнецка. И данные работы планируется продолжить в перспективе.

Новый Генеральный проект дальнейшего развития Новокузнецка, разработанный Санкт-Петербургским проектным институтом «РосНИПИ Урбанистики», позволит создать также зеленые зоны без доступа автомобилей подобно французскому проекту.

Новый генеральный план также вынашивает идею формирования охранных зон памятников истории и культуры. Это проспекты Metallургов, Бардина, историческая зона Старокузнецка и другие, закладка ботанического сада в районе Крепостной горы.

Однако встает вопрос о вливании огромных средств в выше указанные преобразования города Новокузнецка в случае уменьшения экономического влияния промышленных гигантов (прежде всего КМК и ЗСМК) в связи с развившимся экономическим кризисом.

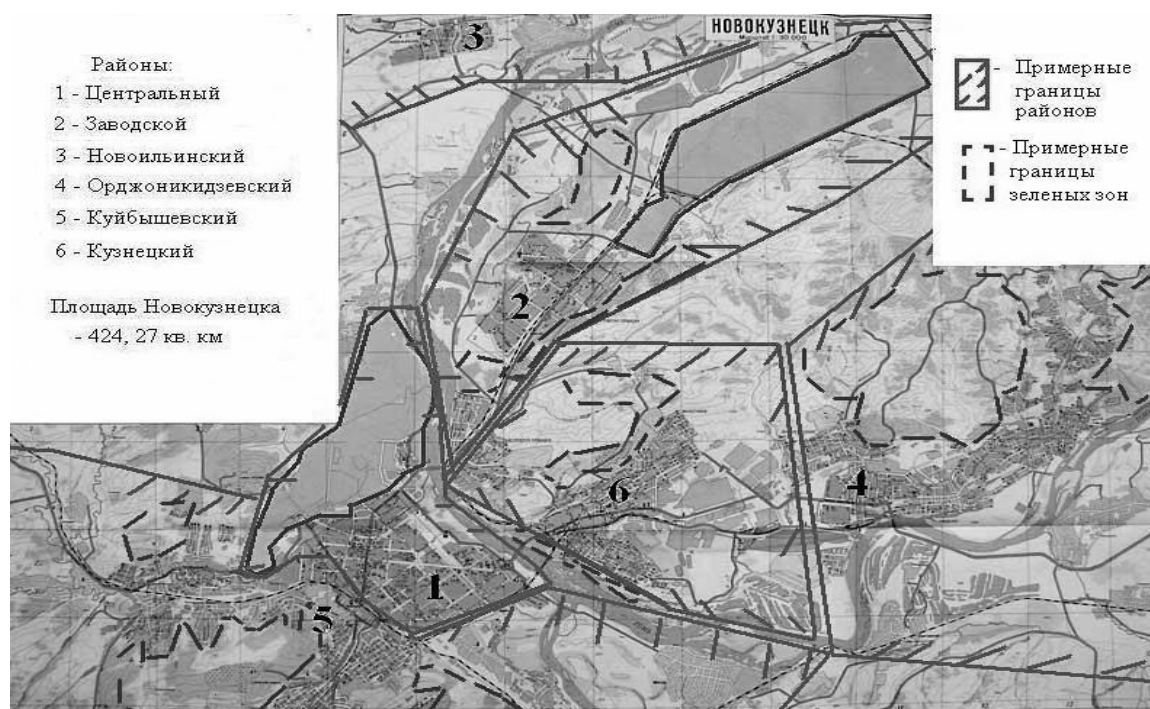


Рисунок 2 – Карта примерных границ районов, зеленых и парковых зон г. Новокузнецка

В начале 90-х годов пессимистический прогноз развития города Новокузнецка уже ставился лидерами правительства Е.Т. Гайдаром и А.Н. Шохиним. Они предполагали, что через 20 лет города не будет вообще.

Однако мир меняется и, к счастью, не в самую худшую сторону. Как невозможно было предположить столь огромные изменения в обществе 20 лет назад, так же теперь никто не может сказать, что ждёт нас в будущем. И нам всем надо искать ответы на эти вопросы.

#### Библиографический список

1. Emmanuel Thévenon. Paris part en guerre contre. L'automobile. Label France № 52. October-Décembre 2003. P 9-10.

УДК 504.4.062.2

## **ПИТЬЕВАЯ ВОДА – ВАЖНЕЙШИЙ МИНЕРАЛЬНЫЙ РЕСУРС XXI ВЕКА**

**Типикина Е.К.**

**Научные руководители: к.т.н., доцент Власкин Ю.К.,  
к.п.н., доцент Моисеенко Т.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Проснувшись, каждый из нас идет вначале в ванную, чтобы привести себя в порядок, а затем на кухню, чтобы позавтракать и редко кто задумывается о том, что каждый день, а может и час связан с водой, без которой человек не может существовать. 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 и произрастания всех сельскохозяйственных культур [1]. При этом следует отметить, что только 12 государств земного шара контролируют 75% общих запасов пресной воды. По сведениям Мирового института ресурсов 250 млн. человек земного шара испытывают хроническую нехватку пресной воды (так называемый водный стресс), а через 20 лет в таком состоянии будет находиться 400 млн. человек. Так, на западе Индии мальчишки из Гежерата проходят километры, чтобы принести домой несколько литров воды и 18 тысяч деревень этой провинции, насчитывающие 10 миллионов человек, страдают от хронической нехватки воды.

В некоторых регионах Мозамбика матери проходят по пять часов пешком в день, чтобы найти 20 литров питьевой воды.

Установлено, что 40 % сельскохозяйственных культур выращивается путем создания ирригационных сооружений, т.е. искусственного полива в процессе их произрастания.

Естественно, неравномерное распределение пресной воды является источником конфликтов между отдельными народами и государствами. Так, Турция, сконструировав плотину Ататюрка на реке Ефрат, вызвала недовольство в Сирии и Ираке, которые увидели, как конфискуется значительная часть водных потоков этой мифической реки, колыбели цивилизации, протекающей по их территориям.

По данным ООН в мире зафиксировано более 300 конфликтов, связанных с перераспределением пресной и особенно питьевой воды [2].

Все это говорит о том, что вода является важнейшим минеральным источником, связанным с жизнедеятельностью человека и всего живого на земле и данный источник невозможно заменить другими самыми ценными минералами. Поэтому ученые давно задумываются о рациональном расходовании пресной воды, которая в различных странах колеблется от 40 до 600 литров на человека в день. Уже подсчитана цена питьевой воды, которая варьирует от 0,18 до 4 евро/м<sup>3</sup>.

Ведутся большие исследования по возобновляемости уже использованной воды [3] и переработке соленой воды в пресную, а также сохранения имеющихся водных источников от промышленного и бытового загрязнения. Эта проблема касается всех промышленных городов и поселков, а также каждого жителя земли, в том числе города Новокузнецка с большой насыщенностью промышленных объектов. Постепенно должно приходиться осознание того, что вода не стоит золота, однако она является самым ценным «товаром», который надо предохранять от перерасхода и загрязнения.

#### Библиографический список

1. L'eau est une richesse bien mal répartie: dix pays se partagent 60% de ses réserves. – Paris Match, № 3030 – 2007, p. 66.
2. Sauver l'eau le grand défi de XXI siècle. – Paris Match, № 3030 – 2007, p. 54.
3. Antoine Frerot. Déjà nous savons faire de l'eau potable avec des eaux usées. – Paris Match, № 3030 – 2007, p. 67.

УДК 658.34+537.81

## **ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА ЧЕЛОВЕКА**

**Новиков С.В.**

**Научный руководитель: к.х.н., доцент Киселева Т.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Всё многообразие живого на нашей планете возникло, эволюционировало и ныне существует благодаря непрерывному



взаимодействию с различными факторами внешней среды, приспособляясь к их влиянию и изменениям, используя их в процессах жизнедеятельности. Большинство этих факторов имеют электромагнитную природу. На протяжении всей эпохи эволюции живых организмов электромагнитные излучения существуют в среде их обитания – биосфере. Учёные последовательно обнаруживали всё новые природные электромагнитные излучения в различных диапазонах электромагнитного спектра. К давно уже излучавшемуся диапазону солнечных излучений – от инфракрасных до ультрафиолетовых лучей – прибавился диапазон ионизирующих излучений (рентгеновских и гамма лучей) космического и земного происхождения. В остальной, более низкочастотной части электромагнитного спектра, вслед за обнаружением медленных периодических изменений (сезонных, месячных, суточных) магнитного и электрического полей Земли, были открыты короткопериодные колебания магнитного поля земли с частотами, простирающимися до сотен герц. Изучение атмосферных разрядов показало, что возникающие при этом электромагнитные излучения охватывают широкий диапазон длин волн – от сверхдлинных до ультракоротких; и, наконец, были открыты радиоизлучения Солнца и галактик в диапазоне от метровых до миллиметровых волн. Электромагнитные поля и излучения буквально пронизывают всю биосферу Земли, поэтому можно полагать, что все диапазоны естественного электромагнитного спектра сыграли какую-то роль в эволюции организмов, и что это как-то отразилось на процессах их жизнедеятельности.

Однако с развитием цивилизации, существующие естественные поля дополнились различными полями и излучениями антропогенного происхождения, и это тоже сыграло, а точнее продолжает играть роль в развитии всего живого на Земле. Особенно сильно это наблюдается в последние годы: мощные линии электропередачи высокого и сверхвысокого напряжения, не менее мощные и многочисленные радио- и телепередающие станции, мобильные телефоны, создающие вокруг невидимые электромагнитные поля. В связи с этим становится актуальной проблема влияния электромагнитных полей на человека, а также электромагнитной совместимости различных приборов и устройств.

Кроме того, мне как инженеру-электрику в будущем возможно придется работать с электрооборудованием, в том числе высокого напряжения, являющимся источником сильных электромагнитных полей. Поэтому мне необходимо выяснить возможные методы защиты производственного персонала от подобного излучения.

ЭМП можно разделить на две основные группы: естественные и искусственные. Естественные (иначе – полевые) создаются грозовыми разрядами, геомагнитными явлениями, вспышками на солнце и др.

На протяжении миллиардов лет естественные магнитные поля, являясь первичным периодическим экологическим фактором, постоянно

воздействовало на состояние экосистем. В ходе эволюционного развития структурно-функциональная организация экосистем адаптировалась к естественному фону. Некоторые отклонения наблюдаются лишь в периоды солнечной активности, когда под влиянием мощного корпускулярного потока магнитное поле земли испытывает кратковременные резкие изменения своих основных характеристик. Это явление, получившее название магнитных бурь, неблагоприятно отражается на состоянии всех экосистем, включая и организм человека. В этот период отмечается ухудшение состояния больных, страдающих сердечно-сосудистыми, нервно-соматическими и другими заболеваниями. Влияет магнитное поле и на животных, в особенности на птиц и насекомых.

Возникновение искусственных ЭМП обусловлено работой электрооборудования, воздушных линий электропередач (ВЛ), электронной и другой аппаратуры управления и контроля; они также могут возникать в аварийных режимах, например, при коротких замыканиях (КЗ). Распространение ЭМП возможно либо в пространстве (так называемые "помехи излучения"), либо в проводящих средах – кондуктивные помехи. Последние, характерные для СЭС предприятий, распространяются по проводам, кабелям, шинпроводам, проводящим конструкциям, а также в электролитах, различных расплавах и аналогичных средах.

Основные источники этого воздействия – электромагнитные поля от линий электропередачи (ЛЭП) и электромагнитные поля от радиотелевизионных и радиолокационных станций. Напряженность поля под ЛЭП может достигать десятков тысяч В/м. Наибольшая напряженность поля наблюдается в месте максимального провисания проводов, в точке проекции крайних проводов на землю и в пяти метрах от неё кнаружи от продольной оси трассы: для ЛЭП-330 кВ – 3,5 – 5,0 кВ/м, для ЛЭП – 500 кВ – 7,6 – 8 кВ/м, для ЛЭП-750 кВ – 10,0 – 15,0 кВ/м.

Отрицательное воздействие электромагнитных полей на человека и на те или иные компоненты экосистем прямо пропорционально мощности поля и времени облучения. Неблагоприятное воздействие электромагнитного поля, создаваемого ЛЭП, проявляется уже при напряженности поля, равной 1000 В/м. У человека нарушаются эндокринная система, обменные процессы, функции головного и спинного мозга и др.

Воздействие неионизирующих электромагнитных излучений от радиотелевизионных и радиолокационных станций на среду обитания человека связано с формированием высокочастотной энергии. Японскими учеными обнаружено, что в районах, расположенных вблизи мощных излучающих теле- и радиоантенн заметно повышается заболевание катарактой глаз. Медико-биологическое негативное воздействие электромагнитных излучений возрастает с повышением частоты, то есть с уменьшением длины волн. Неионизирующие электромагнитные излучения радиодиапазона от радиотелевизионных средств связи, радиолокаторов и других объектов приводят к значительным нарушениям физиологических

функций человека и животных.

К вышеописанным источникам электромагнитного излучения следует добавить бытовые источники высокой частоты – сотовые телефоны и персональные компьютеры. В последние годы их количество резко возросло, но достоверных сведений об их влиянии на человека по-прежнему мало. Большинство исследователей считают, что контакт с этими устройствами следует по возможности сократить до необходимого минимума, чтобы минимизировать их вредное воздействие.

Особенностями источников электромагнитного излучения промышленной частоты в условиях непромышленного воздействия являются:

1. скрытый (латентный) характер расположения источников излучения, т.е. когда наличие источника неизвестно, а первоначальные сведения о нем появляются на основе косвенных данных, например, по искажению изображения на экранах средств визуального отображения информации с электронно-лучевой трубкой;

2. сложная пространственная конфигурация источников поля;

3. практически полное отсутствие контроля режима работы источников излучения, т.е. отсутствие информации о максимально возможной и о текущей (на момент проведения измерений) величине силы тока в источнике, которая прямо пропорциональна интенсивности магнитного поля.

Биологические исследования показали, что организмы самых различных видов – от одноклеточных до человека – чувствительны к постоянному магнитному полю и ЭМП различных частот при воздействующей энергии на десятки порядков ниже теоретически оцененной. Различные реакции организмов на ЭМП возникают при их интенсивности, которая в тысячи, сотни тысяч и даже миллионы раз ниже, чем это следует из теоретических представлений об энергетическом характере биологических эффектов ЭМП. Особенно высока чувствительность к многократно повторяющимся сверхслабым ЭМП, т.е. имеет место кумулятивное их воздействие на организмы. В полном виде высокая чувствительность к ЭМП проявляется только у целостных организмов; она значительно ниже у изолированных органов и клеток и ещё ниже у белковых растворов.

Отсутствие кровеносных сосудов в некоторых частях тела делает их особенно уязвимыми к облучению сверхвысокими частотами. В этом случае теплота может поглощаться только окружающими сосудистыми тканями, к которым она может поступать только путем теплопроводности. Это в частности справедливо для тканей глаза и таких внутренних органов, как желчный пузырь, мочевого пузыря и желудочно-кишечный тракт. Малое количество кровеносных сосудов в этих тканях затрудняет процесс авторегулирования температуры. Кроме того, отражения от граничных поверхностей полостей тела и областей расположения костного мозга при

определенных условиях приводит к образованию стоячих волн. Чрезмерное возрастание температуры в отдельных участках действия стоячих волн может вызвать повреждение ткани. Отражения такого рода вызываются также металлическими предметами, расположенными внутри или на поверхности тела.

Многочисленные гигиенические исследования показали, что у людей, систематически подвергающихся воздействию ЭМП радиочастот, возникают обратимые функциональные изменения нейрогуморальной регуляции. В нашей стране установлены допустимые интенсивности ЭМП: для СВЧ – полей –  $0,01 \text{ мВт/см}^2$ , для УВЧ –  $5 \text{ В/м}$ , для ВЧ –  $20 \text{ В/м}$ . Для устройств, работающих в области частот  $30 - 300 \text{ МГц}$ , была введена предельная напряженность электрического поля волны в  $80 \text{ В/м}$ . Для частот свыше  $300 \text{ МГц}$  установлена предельно допустимая мощность излучения  $10 \text{ микроватт}$  на  $\text{кВ см}$ . (для облучаемого персонала). Для населения этот уровень меньше в  $5 - 10$  раз без ограничения времени облучения.

Основной способ защиты населения от возможного вредного воздействия электромагнитных полей от линий электропередачи – создание охранных зон шириной от  $15$  до  $30 \text{ м}$  в зависимости от напряжения ЛЭП. Данная мера требует отчуждения больших территорий и исключения их из пользования в некоторых видах хозяйственной деятельности.

Уровень напряженности электромагнитных полей снижают также с помощью устройства различных экранов, в том числе и зеленых насаждений, выбора геометрических параметров ЛЭП, заземление тросов и других мероприятий. В стадии разработки находятся проекты замены воздушных линий ЛЭП на кабельные и подземной прокладки высоковольтных линий. Для защиты населения от неионизирующих электромагнитных излучений, создаваемых радиотелевизионными средствами связи и радиолокаторами также используется метод защиты расстоянием. С этой целью устраивают санитарно-защитную зону, размеры которой должны обеспечить предельно допустимый уровень напряженности поля в населенных местах. Коротковолновые радиостанции большой мощности (свыше  $100 \text{ кВт}$ ) размещают вдали от жилой застройки, вне пределов населенного пункта.

Для защиты персонала, обслуживающего передающие радиочастоты, радиостанции, телевизионные передатчики, системы сотовой и спутниковой связи, радиолокационные станции, СВЧ-аппаратуру различного назначения, обычно используют спецодежду, экранирующую от интенсивных электромагнитных полей.

На подстанциях и электростанциях одними из главных источников электромагнитного поля являются трансформаторы. В трансформаторах питания и низкочастотных трансформаторах, а также в дросселях питания основной рабочий магнитный поток проходит по магнитопроводу. Только небольшая его часть в виде потока рассеяния выходит за пределы магнитопровода, замыкаясь в окружающем пространстве. Магнитный поток рассеяния является причиной нежелательных наводок. Потенциально

источниками наиболее интенсивных магнитных полей являются дроссели фильтров питания. Интенсивность полей рассеяния у всех типов трансформаторов растет с увеличением мощности, уменьшением сечения магнитопровода и высоты катушек, а также с ухудшением магнитных свойств магнитопровода.

Улучшение качества магнитопровода, достигаемое применением материалов с высокой относительной магнитной проницаемостью и уменьшением воздушных зазоров, приводит к уменьшению уровней нежелательных наводок.

Вредное воздействие на человеческий организм невидимого, но очень опасного электромагнитного загрязнения окружающей среды идет гораздо более быстрыми темпами, чем прогресс в области защиты человека от подобного излучения.

Таким образом, анализ опубликованных разными авторами данных указывает на возможное наличие корреляций между развитием опухолевого процесса и воздействием на организм человека электромагнитных полей. В настоящее время нет еще однозначного мнения по данной проблеме, нет ясности, какие дополнительные условия способствуют развитию опухолевого процесса, что предрасполагает к раку у людей, имеющих контакт с электромагнитными излучениями; рассматривается возможность, когда ЭМП могут выступать в качестве промотора (способствовать развитию рака). Именно это обстоятельство настоятельно требует свести до минимума воздействие электромагнитных полей как на детские, так и взрослые группы населения, обеспечить выпуск полностью защищенных промышленных и бытовых источников излучения, внедрить средства индивидуальной защиты, строго выполнять профилактические и гигиенические требования.

УДК 65.09

## **ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПРОФЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ КУЗБАССА**

**Пилипишина И.Б.**

**Научный руководитель: доцент Кабанова Г.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Высокие показатели профессиональной заболеваемости в угольной промышленности и недостаточная эффективность проводимых мероприятий по ее предупреждению на протяжении 10 последних лет не удовлетворяют ни собственников, ни работников, ни государство. Динамика показателей профессиональной заболеваемости является свидетельством отсутствия тенденций ее снижения, а уровень показателей в расчете на 10 тыс. человек занятого населения намного превосходит таковой во всех других отраслях

промышленности Российской Федерации. На долю шахтеров приходится около 76% заболеваний.

Учитывая, что перспективы развития Кемеровской области напрямую связаны с угольной отраслью, а основную долю занимают профзаболевания, полученные в подземных условиях труда, решение проблемы существенного снижения уровня профессиональной заболеваемости работников на угольных предприятиях, является актуальной и приоритетной задачей.

Наиболее уязвимым звеном действующих подходов профилактики профзаболеваний стало отсутствие: 1) нормативно-методической базы для проведения расчетов рисков, построения режимов труда; 2) методики стимулирования экономической заинтересованности в проведении мероприятий через систему обязательного социального страхования; 3) проведения углубленных медицинских осмотров шахтеров, прекращающих работу на шахте; индивидуальных медицинских и социальных мер реабилитации и прочее.

Отказ работнику в рабочем месте, приносящем ему определенный уровень благосостояния, по причине риска получения профзаболевания является нарушением трудового законодательства, поэтому данный социальный вопрос требует нестандартных решений.

В связи с этим необходима разработка новых концептуальных подходов к профилактике профессиональных заболеваний работников подземной группы угольных предприятий, основанных на разработке методологических принципах управления риском профессиональных заболеваний на угольных шахтах Кемеровской области, позволяющих повышать эффективность предупреждающих мер.

Основной целью является разработка методологических принципов управления риском профессиональных заболеваний на угольных шахтах Кемеровской области, позволяющих повышать эффективность работы системы управления охраной труда (СУОТ) и мер по профилактике профессиональных заболеваний работников подземной группы.

Число зарегистрированных случаев профессиональных заболеваний в угольной промышленности России за последние 10 лет снизилось незначительно, а количество профзаболеваний в угольной отрасли Кемеровской области возрастает (рисунок 1, 2).

Среди случаев профессиональной заболеваемости в угольной отрасли Кузбасса наибольшее количество выявлено на угольных шахтах. На долю шахтеров приходится более 80% заболеваний в угольной отрасли Кемеровской области.

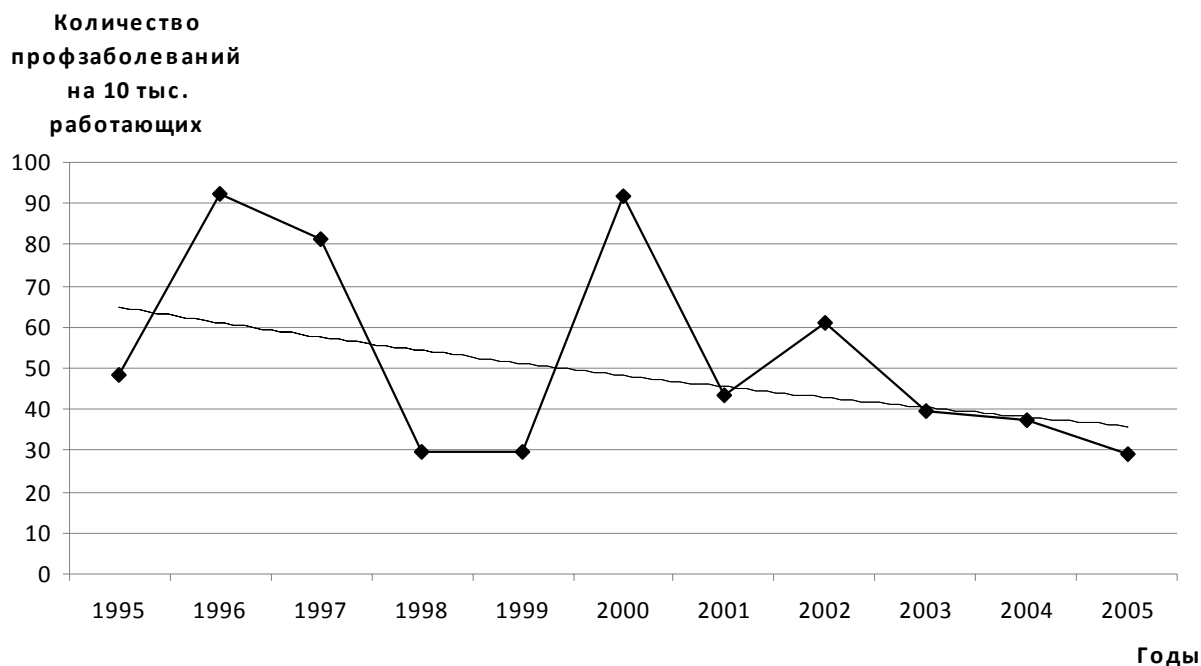


Рисунок 1 – Динамика количества профзаболеваний на 10 тыс. работающих в угольной отрасли России

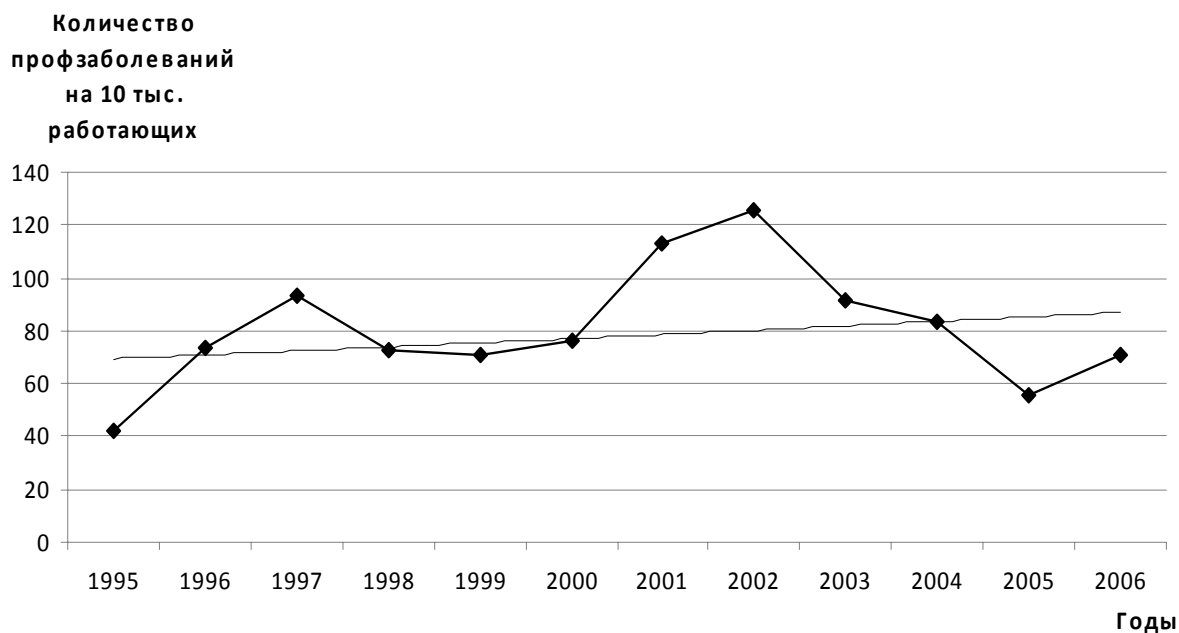


Рисунок 2 – Динамика количества профзаболеваний на 10 тыс. работающих в угольной отрасли Кемеровской области

Структура профессиональной заболеваемости по категориям работающих приведена на рисунке 3.

В структуре профессиональной заболеваемости работников угольной промышленности наибольший удельный вес составляют болезни пылевой этиологии, опорно-двигательного аппарата и виброболезни.

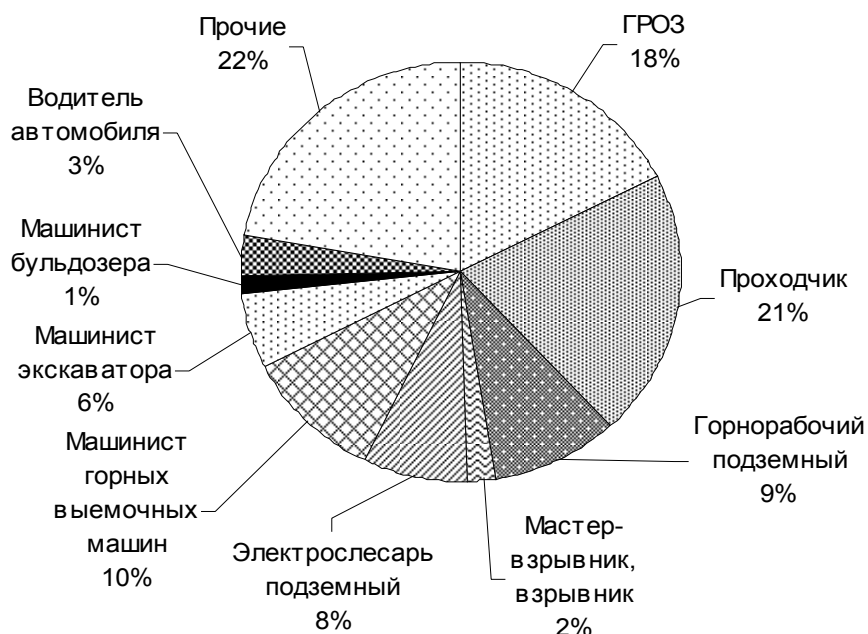


Рисунок 3 – Распределение профзаболеваний по профессиям на угледобывающих предприятиях Кемеровской области

Высокий уровень профессиональной заболеваемости шахтеров обусловлен низкой эффективностью функционирования системы управления охраной труда угольных шахт в части управления рисками профзаболеваний, повышение которой требует коренного изменения методологии её формирования, преобразования, корректирования и совершенствования.

В угольной промышленности большая часть промышленно-производственного персонала работает при повышенных уровнях запыленности – 58,4 %, шума – 55,7 %, вибрации – 28,5 %, химических факторов – 14,5 %, влажности – 14,9 % и температурах, не соответствующих санитарным нормам – 15,0 %. На рисунке 4 приведена структура хронической профессиональной патологии в Кемеровской области по производственным факторам, вызвавшим заболевание

Высокие показатели напряженности трудового процесса напрямую связаны со специфическими условиями подземной трудовой деятельности, предполагающей знание серии инструкций как по охране труда и промышленной безопасности, так и по ведению горных работ, и, кроме того, с высокими эмоциональными нагрузками.

Таким образом, идентификация показателей значимости вредных производственных факторов и установление причинно-следственных связей отдельных форм заболеваний на основе комплекса показателей вредных производственных факторов позволяет установить этиологию и причинную обусловленность профессиональных заболеваний на типичных рабочих местах работников подземной группы угольных шахт.



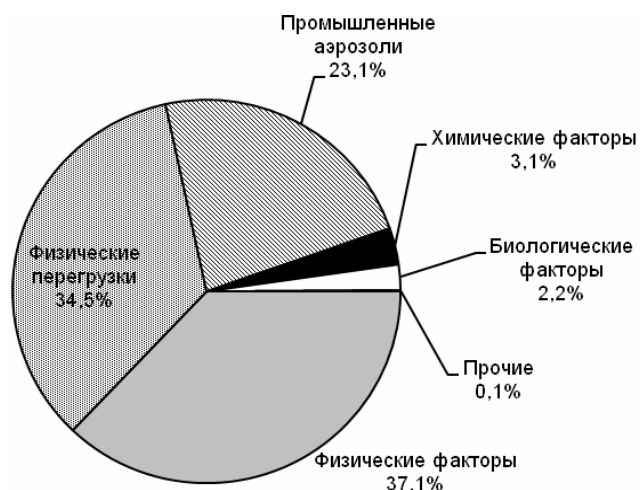


Рисунок 4 – Распределение вредных и опасных производственных факторов, вызывающих профзаболевания работников угольных шахт Кемеровской области

А также, выявленные закономерности риска возникновения определенных видов профзаболеваний у работников подземной группы угольных шахт Кузбасса в зависимости от профессии и рабочего стажа являются достаточной и необходимой основой для разработки методологических принципов управления риском профзаболеваний.

Под **минимальным риском** возникновения профзаболеваний понимается значение вероятности риска в первом классе стажевой экспозиции диагностической карты оценки риска профессионального заболевания, в которой зафиксирована болезнь.

Под **недопустимым риском** возникновения профзаболевания понимается максимальное значение вероятности риска по диагностической карте оценки риска профессионального заболевания.

Под **приемлемым риском** возникновения профзаболевания понимается значение вероятности риска профзаболевания находящееся между минимальным и максимальным риском диагностической карты оценки риска профессионального заболевания.

Таким образом, учет факторов риска (профессия, стаж работы во вредных условиях, вид воздействия вредных и опасных производственных факторов) возникновения профессионального заболевания и установление дозоременной зависимости появления определенного вида профзаболевания по конкретной профессии на угольных шахтах Кемеровской области, позволяет осуществить прогноз возможного профзаболевания и перераспределить качество и уровень контроля за условиями труда и здоровьем персонала.

Сложность эффективного управления таким объектом, как угольные шахты предопределяется и его неоднородностью по условиям труда.

Применение одних и тех же приемов, методов и принципов управления к разнородным элементам не позволит добиться поставленной цели, а именно значительно снизить уровень профзаболеваемости.

Оценка рисков возникновения профессиональных заболеваний, мониторинг состояния и потенциальных возможностей действующей СУОТ должны проводиться на угольном предприятии постоянно вне зависимости от уровня ее функционирования.

Оптимизация режима профессиональной деятельности работников подземной группы угольных шахт базируется на дозоременном подходе и использовании полученных закономерностей развития профессиональных заболеваний. Суть оптимального режима профессиональной деятельности заключается в оценке изменения условий труда в зависимости от профессии работника при достижении приемлемого риска возникновения того или иного профессионального заболевания.

Таким образом, необходимыми и достаточными условиями для разработки и реализации методологических принципов управления риском профессиональных заболеваний на угольных шахтах Кемеровской области и на этой основе совершенствования и развития системы управления охраной труда предприятий являются:

- применение принципов профилактики профессиональных заболеваний, основанных на учете факторов риска развития профессиональных заболеваний;

- применение закономерностей развития профессиональных заболеваний в зависимости от конкретных условий труда (напряженность, тяжесть и т.д.);

- применение комплекса методов и критериев оценки эффективности функционирования системы управления охраной труда, в части профилактики профзаболеваний;

- применение алгоритма выбора оптимального комплекса профилактических мероприятий, обеспечивающих снижение риска возникновения профессиональных заболеваний при сохранении материального благополучия работника.

УДК 629.114.6

## **КОМПЛЕКСНОЕ ЛОКОМОТИВНОЕ УСТРОЙСТВО БЕЗОПАСНОСТИ**

**Шило А.Г.**

**Научный руководитель: доцент Шилинговский И.Г.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Обеспечить безопасность на дороге – главная задача средств

регулирования движения поездов. Экономная и быстрая доставка пассажиров и грузов должна сочетаться с высоким уровнем безаварийности. Чрезвычайные ситуации не только угрожают жизни людей, наносят ущерб подвижному составу, оборудованию и путевым сооружениям, но и отзываются болезненным социально-политическим резонансом.

Европейский комитет по железнодорожным устройствам UIC продолжает работы по созданию континентальной системы управления движением поездов (ETCS), среди первоочередных задач которой – ощутимое повышение уровня безопасности. Основные цели системы – недопущение выезда состава на занятый участок и превышения максимально допустимой скорости.

В зависимости от степени автоматизации управления и обеспечения безопасности движения поездов в ETCS выделены три функциональных уровня.

Первый – автоматическое обеспечение безопасности движения с контролем тормозного пути. Обработка данных осуществляется только на поезде.

Второй – автоматическое управление движением на линиях с традиционным контролем свободности пути в пределах стационарных блок-участков.

И третий уровень – автоматическое управление движением на линиях с контролем свободности пути поездными средствами. Поезда самостоятельно определяют свое местоположение. Стационарное оборудование должно включать в свой состав центр блокировки на базе радиосвязи, который собирает данные о местоположении поездов и вырабатывает команды управления движением. Выдача команды разрешения движения или сообщения об освобождении участка пути осуществляется во взаимодействии с уровнем системы централизации, отвечающим за обеспечение безопасности.

Бортовые устройства, которыми оснащается тяговый подвижной состав, представляют собой один из ключевых элементов системы управления движением и обеспечения безопасности. Соблюдение скоростного режима ведения состава и следование показаниям напольных светофоров в значительной степени определяет безаварийность на дороге.

#### 1. Функции КЛУБ.

В 1994 году для замены АЛСН и некоторых других устройств безопасности специалистами научно-исследовательского и проектно-конструкторского института было создано комплексное локомотивное устройство безопасности КЛУБ.

Его функциональное назначение таково: прием и дешифровка сигналов АЛС и отображение на локомотивном светофоре показания находящегося впереди напольного светофора; контроль разрешенной скорости движения в зависимости от показания АЛС; автоматическая остановка поезда перед светофором с запрещающим показанием на

кодированном участке.

Кроме того, в КЛУБ были заложены функции приема и обработки сигналов от АЛС-ЕН, в котором (вместо трех, как у АЛСН) используются 48 активных сигналов с защитой от влияния сигналов с соседних путей и смежных блок-участков.

В 1999-ом были проведены приемочные испытания комплексного локомотивного унифицированного устройства безопасности КЛУБ-У – более совершенного по объему выполняемых функций и по уровню исполнения.

С 2004 года на железных дорогах идет внедрение серийно выпускаемых комплексных локомотивных микропроцессорных устройств безопасности производства Ижевского радиозавода, дополненных устройствами принудительной остановки поезда (КОН) при несанкционированном выключении КЛУБ-У.

Впервые в мире бортовая система обеспечения безопасности построена по модульному принципу, никогда прежде на стальных магистралях не применялся межмодульный CAN интерфейс. Что это дает? В зависимости от требований заказчика и степени развития напольной инфраструктуры позволяет бесконфликтно увеличивать или уменьшать количество функциональных модулей. Реализованный в системе принцип построения предоставляет возможность бесконфликтно модернизировать любой модуль, поэтапно совершенствовать элементную базу, не переделывая всю систему.

При разработке КЛУБ-У была достигнута договоренность с разработчиками САУТ-ЦМ о едином блоке индикации.

Для определения местоположения локомотива применена спутниковая навигация. Этого тоже прежде не знала мировая практика. Только через три года такой прием применили американцы, а в Европе осваивать спутниковую навигацию пока еще только собираются.

На 1 января 2006 года устройствами КЛУБ-У оборудовано 1916 локомотивов (или 9,75 процента парка).

Функциональное назначение КЛУБ-У: прием, дешифровка сигналов АЛС и отображение на локомотивном светофоре показаний находящегося впереди напольного светофора; контроль разрешенной скорости движения в зависимости от показаний АЛС и электронной карты участка обращения локомотива; автоматическая остановка поезда перед светофором с запрещающим показанием на кодированном участке, недопущение несанкционированного движения локомотива, регистрация параметров движения и основных показателей работы системы. Технические параметры системы предоставляют возможность приема кодов АЛС и определенных команд с использованием цифрового радиоканала.

Функции устройства реализовывались постепенно. На первом этапе система КЛУБ-У научилась принимать сигналы от путевых устройств АЛС и измерять скорость движения от осевых датчиков, контролировать ее по

принципу системы АЛСН и регистрировать, примерно как КПД-3. Была реализована простейшая неавтоматизированная дешифрация. С самого начала в КЛУБ-У закладывались принципы функциональной безопасности, а это четыре канала обработки – 2х2 в основных модулях обработки и по два канала во всех остальных.

Надо понимать, что выполнение требований по функциональной безопасности соответственно снижает надежность системы. Чтобы этого не происходило, требуется повышать качество изготовления электронных печатных плат, блоков и т.п. Только высокотехнологичное производство способно обеспечить высокое качество.

Достигнуты высокие результаты надежности для микропроцессорной аппаратуры, работающей в широком диапазоне температур, в условиях мощных электромагнитных воздействий, повышенной пыльности и влажности, – 0,5 отказов на 1млн. км для сложного многофункционального комплекса – это хороший показатель. Безусловно, есть еще резервы повышения надежности. Среди них, прежде всего, – увеличение степени интеграции, более качественный отбор комплектующих.

Постепенно отрабатывались алгоритмы взаимодействия со спутниковой навигационной системой, совершенствовался механизм разработки электронных карт обращения локомотивов. В настоящее время достигнута точность определения местоположения в пределах 30 метров, что дает возможность «видеть» светофоры, переезды, зоны ограничений скорости и т.п. без введения каких-либо корректировок и поправок, без дополнительных напольных устройств.

Кроме того, интегрированный способ определения параметров движения поезда по показаниям спутниковой навигационной системы с использованием традиционных датчиков угла поворота позволяет не только минимизировать погрешность, добиться устойчивости работы в тоннелях при отсутствии сигналов от спутников, но и решить острейшую задачу определения действительной скорости движения при юзе и боксовании колесных пар.

Очевидно, может быть снята и проблема проезда светофоров с запрещающим сигналом. Но это нельзя осуществить без определения порядка и способа реализации санкционированного проезда светофоров с запрещающим сигналом.

Практически с самого начала внедрения КЛУБ-У осуществлялись эксперименты с применением радиоканала в нашем устройстве. На станциях Чкаловская, Ивантеевка – Зеленый бор Московской железной дороги, затем на Октябрьской дороге проводились испытания функции передачи сигналов светофоров на локомотив, временных ограничений скорости, номера пути, сигнала принудительной остановки и разрешения на проезд светофоров с запрещающим сигналом по радиоканалу с помощью специальной цифровой радиостанции «МОСТ» (сначала в диапазоне 460, затем 160 МГц). Результаты испытаний (когда обеспечивается надежная радиосвязь в зоне

станции) позволяют говорить о качественно новом этапе в развитии приборов безопасности, о сближении функций с системой ETCS.

Сейчас можно смело утверждать: если бы так же динамично развивалась инфраструктура напольных устройств, мы имели бы на базе КЛУБ-У систему ETCS второго и частично третьего уровня.

Безусловно, могут быть решены задачи исключения проезда светофоров с запрещающими сигналами, превышения постоянных и временных ограничений скорости, недопущения выключения приборов безопасности в пути следования, подачи сигнала тревоги с локомотива в случае какой-либо нештатной ситуации, передачи на локомотив сигнала принудительной остановки или разрешения на проезд светофора с запрещающим сигналом по команде дежурного по станции или поездного диспетчера.

КЛУБ-У разрабатывалась как важнейшая составляющая системы регулирования движения. При создании современных систем регулирования предполагается, что на локомотиве имеется система КЛУБ-У либо ее аналог.

Первоочередное совершенствование КЛУБ-У должно предусматривать повышение устойчивости приема сигналов АЛСН. Необходимо проведение углубленного сравнительного анализа способов приема сигналов АЛС релейным дешифратором и системой КЛУБ-У в условиях наибольших искажений полезного сигнала, неблагоприятных воздействий электромагнитных искажений, повышенной асимметрии тягового тока, при соблюдении принципов обеспечения безопасности.

Предстоит усовершенствовать алгоритмы определения фактической скорости с целью выявления случаев боксования колесных пар. Должно быть разработано новое программное обеспечение, способное выявлять по сигналам от спутниковой навигационной системы наличие юза и боксования и формировать сигналы на отмену торможения либо выключение тяги.

Алгоритмы работы систем следует сделать такими, чтобы в необходимых случаях автостопное торможение заменялось на служебное. Доработка программно-аппаратной части в этом плане должна быть произведена применительно к тем ситуациям, когда это возможно в соответствии с требованиями функциональной безопасности.

Например, снижение скорости в местах ее ограничения и при потере бдительности машиниста. Экстренное торможение следует применять, только когда недостаточно эффективно служебное торможение, а также при сигналах «КЖ» или «красный».

Одна из задач – создание эффективного механизма формирования электронной карты, в частности от системы АСУ-П, и организация ускоренной записи в аппаратуру КЛУБ-У. Актуальным становится вопрос о доступности электронной карты для других локомотивных систем безопасности. Для этого необходимо осуществить унификацию интерфейсов, данных, алгоритмов взаимодействия систем через специализированные устройства сопряжения – «шлюзы».

Намечено оптимизировать программы дешифрации регистрируемой информации, устранить накопившиеся сегодня замечания и реализовать предложения, поступающие с дорог.

Нельзя откладывать на потом реализацию в КЛУБ-У функции маневровой автоматической сигнализации; внедрение более совершенных блока индикации на базе жидкокристаллических панелей и приемника спутниковой навигации GPS/ГЛОНАС, сертифицированного по российским и европейским стандартам.

Будет существенно изменена технология предрейсового контроля устройств безопасности для ускорения процесса не менее чем на 30 процентов. Это планируется осуществить путем наращивания программного обеспечения модулей аппаратуры КЛУБ-У, а также сервисного оборудования с целью углубленного тестирования аппаратных ресурсов. Вновь разработанные алгоритмы должны выполняться во время технологического процесса при проверке как в стационарных условиях контрольно-измерительных пунктов, так и на контрольных пунктах технического обслуживания локомотивов. Результаты тестирования будут записываться на кассету регистрации и выводиться в сжатом виде на блок индикации.

Решение данной задачи позволит заметно сократить возникновение неисправностей аппаратуры и, как следствие, сбоев в работе в пути следования.

Предстоит усовершенствовать конструктивное исполнение КЛУБ-У; разработать кассету регистрации (с увеличенной емкостью и повышенной скоростью считывания); применить новую, более современную электронную базу – с высокой степенью интеграции, позволяющей повысить надежность и производительность системы.

По прикидкам, надежность аппаратуры может быть повышена минимум на 50 процентов, а гарантийный срок возрастет до трех-пяти лет.

Улучшение взаимодействия с радиоканалом, в том числе с цифровыми радиостанциями «Мост» в диапазоне 160 МГц возможно при необходимости через соответствующие преобразователи с тракинговой системой «TETRA». Вопросы создания непрерывной (либо только на станциях) специальной радиосвязи – важнейшая сегодня задача. Не решить ее вовремя – означает подвергнуть угрозе безопасность движения поездов.

Наличие в составе аппаратуры КЛУБ-У подсистемы для работы по цифровому радиоканалу при соответствующей инфраструктуре станционного и напольного оборудования позволяет добиться многого: организовать обмен данными с поездами на протяжении всего участка; гарантировать принудительную остановку поезда по приказу дежурного (диспетчера); передавать на локомотив информацию о временных ограничениях скорости, о состоянии ДСК, КТСМ, УКСПС и автоматики на железнодорожных переездах и о проследовании их локомотивом с соответствующей скоростью; передавать на локомотив ответственную

команду разрешения проследования поездом запрещающего сигнала светофора по приказу диспетчера (и отмену этого разрешения); принимать и отображать сообщения о текущем состоянии локомотива (фактическая и допустимая скорость, номер поезда, тип локомотива, номер пути и т.п.), информацию о показаниях сигналов АЛС. При движении по станции окажется возможным реализовать обмен данными с различными системами электрической сигнализации, а также со стационарными устройствами МАЛС.

## 2. Унифицированное КЛУБ-У KZ

Назначение.

Обеспечение безопасности движения локомотивов и мотор-вагонного подвижного состава (МВПС) предотвращение аварийных и предаварийных ситуаций при движении поездов путем принудительного торможения и остановки поезда.

Область применения.

– на всех типах локомотивов и МВПС, в том числе на скоростных участках железных дорог с автономной в электрической тягой постоянного и переменного тока, оборудованных путевыми устройствами автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН), многозначной автоматической локомотивной сигнализации (АЛС-ЕН), системой автоматического управления торможением (САУТ);

– на участках железных дорог, оборудованных системой координатного регулирования движения поездов на базе цифрового радиоканала (РК).

Особенности и возможности.

– обеспечение экстренной остановки поезда по приказу дежурного по станции (ДСП) или поездного диспетчера (ДНЦ), передаваемого по РК передачи данных, независимо от действий машиниста;

– исключение движения поезда после его остановки без разрешения ДСП или ДНЦ, передаваемого по РК передачи данных, в том числе и при подтягивании к запрещающему сигналу светофора

Технические характеристики.

– питание осуществляется через буферный преобразователь от сети постоянного тока напряжением 50,75,110 В;

– потребляемая мощность не более 200 Вт. Диапазон рабочих температур от минус 40 до +50 С;

– система выполнена с учетом современных требований к помехоустойчивости и помехоэмиссии для данного класса аппаратуры;

– система зарегистрирована в реестре Госстандарта РФ как измеритель скорости и давления;

– имеет защиту от несанкционированного отключения электропневмоклапана (ЭПК) ключом, при этом, при отсутствии действий машиниста по снижению скорости, происходит торможение после выключения ключа ЭПК;



- обеспечивает невозможность проезда участка с запрещающим сигналом светофора без разрешения ДСП или ДНЦ при оборудовании станции РК;

- осуществляет контроль совместных действий машиниста и помощника машиниста при трогании и движении к запрещающему сигналу светофора, то есть обеспечивает невозможность трогания на запрещающий сигнал без предварительных совместных действий или производит экстренное торможение;

- обеспечивает торможение при превышении фактической скорости над скоростью допустимой.

Исключает самопроизвольный уход поезда (скатывание);

- определяет параметры движения поезда (координаты, скорость) по информации от устройств спутниковой навигации, электронной карты участка и датчиков пути и скорости ДПС-У, устанавливаемых на буксе колесной пары;

- осуществляет прием из рельсовых цепей сигналов автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН), многозначной автоматической локомотивной сигнализации (АЛС-ЕН) с помощью приемных катушек КПУ, устанавливаемых под локомотивом над рельсами.

- осуществляет измерение давления в тормозных цилиндрах, тормозной магистрали и главном резервуаре;

- осуществляет контроль бдительности машиниста;

- обеспечивает контроль сигналов светофоров на блоке индикации; формирует сигнал для управления устройством подсыпки песка;

- обеспечивает регистрацию оперативной информации о движении поезда, диагностику системы локомотивных и поездных характеристик с помощью устройства регистрации;

- дешифрация параметров поездки осуществляется на стационарном устройстве дешифрации.

Режимы движения.

- поездной с допустимой скоростью  $V_{\text{ноп}}$  на зеленый (белый), задаваемой с БВЛ и определяемой категорией поезда;

- маневровый с  $U_{\text{доп}} = 60$  км/час на белый и с  $V_{\text{ноп}} = 40$  км/час для 7 категории поезда;

- специальный маневровый с  $U_{\text{доп}} = 20$  км/час.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ**

**Бауск А.С, Ходосов И.Е., Лазаревский П.П.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Нохрина О.И.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Утилизация промышленных и бытовых отходов одно из новых направлений развития промышленности России и всего мирового сообщества в целом. Одним из удачных примеров может послужить широко используемая технология получения и дальнейшего использования вторичных пластмасс, большая часть которых представлена полиэтилентерефталатом (ПЭТ). Получаемое сырье, по своим свойствам не намного отстает от первообразного пластика.

Существуют различные способы переработки отходов ПЭТ, которые можно разделить на две основные группы: механические и физико-химические.

Основным механическим способом переработки отходов ПЭТ является измельчение, которому подвергаются некондиционная лента, литьевые отходы. Такая переработка позволяет получить порошкообразные материалы и крошку для последующего литья под давлением. Характерно, что при измельчении физико-химические свойства полимера практически не изменяются.

При переработке механическим способом ПЭТ-тары получают флексы, качество которых определяется степенью загрязнения материала органическими частицами и содержанием в нём других полимеров, бумаги от этикеток.

Физико-химические методы переработки отходов ПЭТ могут быть классифицированы следующим образом: деструкция отходов с целью получения мономеров, пригодных для получения волокна и плёнки; Повторное плавление отходов для получения гранулята; Переосаждение из растворов с получением порошков для нанесения покрытий; получение композиционных материалов; Химическая модификация для производства материалов с новыми свойствами.

Подробнее остановимся на получении композиционных материалов на основе ПЭТ для строительной индустрии. Сама по себе строительная деятельность предполагает использование различных материалов, с различными физико-механическими и функциональными свойствами.

Помимо этого в результате строительной деятельности образуется так же большое количество отходов, такие как: шифер, стекло, дерево ... Данные отходы могут использоваться как наполнитель в композиционном материале.

Использование вторичного ПЭТ дает возможность утилизации отходов

с получением полезных изделий. Процесс изготовления материала включает в себя несколько этапов:

Первый этап - подготовка сырья. На этом этапе производится вторичный ПЭТ, а также подготавливается наполнитель (в зависимости от его свойств).

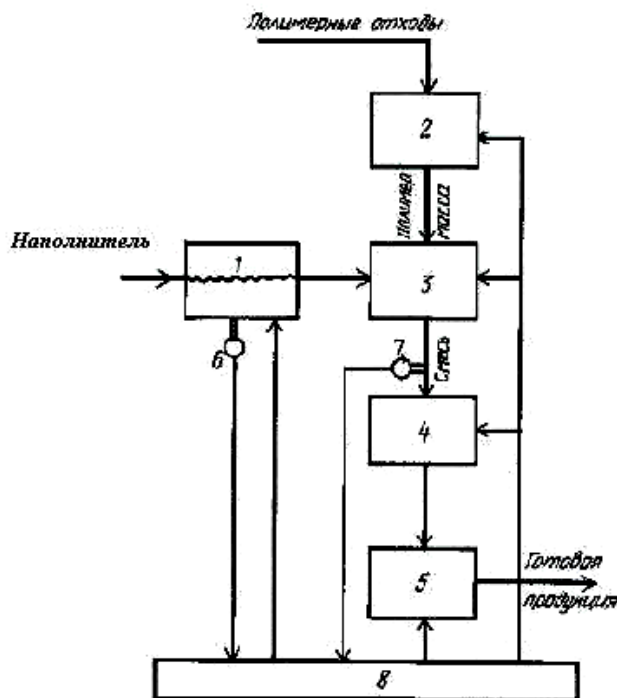
Второй этап - смешивание составляющих. Наполнитель и полимер загружаются в термосмесительный агрегат, расплавляются и перемешиваются.

Третий этап – разлив и охлаждение. Расплавленная масса разливается экструзионным методом в специальные формы и охлаждается.

Принципиальная технологическая схема представлена на рисунке 1.

Изменяемые параметры производства, такие как размер фракции наполнителя, тепловой режим, давление и условия охлаждения зависят от свойств используемого материала наполнителя. Наполнителем могут служить: древесные опилки, битое стекло, песок, горелые породы.

Подробнее о горелых породах (горельнике). На данный момент они применяются при благоустройстве городских территорий, при строительстве автодорог промышленных и складских районов, для устройства покрытий переходного типа. Горельник используется для устройства насыпей автомобильных дорог на переувлажненных грунтах и при замене пучинистых грунтов в основании насыпи автодорог, для замены слабых (новых) грунтов в основаниях различных зданий и сооружений.



- 1 – агрегат подготовки наполнителя; 2 – блок предварительного нагрева ПЭТ; 3 – термосмесительный агрегат; 4 – экструдер; 5 – пресс-формы; 6,7 – температурные датчики, 8 – блок управления.

Рисунок 5 – Процесс получения композиционного материала

Технические характеристики представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики горельника

Наименование показателя	Значение
Марка по дробимости щебня	не менее 300
Марка по морозостойкости	не менее F25
Марка по водостойкости	не ниже В2
Устойчивость структуры щебня против всех видов распадов, %	не более 5
Содержание сернистых и сернокислых соединений в пересчете на SO <sub>3</sub> в смесях, % по массе	не более 3

Преимущества использования горельника объясняются его механическими свойствами, при переработке по средствам дробления и отсева получается оптимальная, для композиционного материала, фракция наполнителя. Помимо этого горелые породы являются отходами горнодобывающей промышленности, вследствие чего отличаются меньшей по отношению к аналогичным материалам стоимостью.

Однако разработанная технология позволяет использовать и другие виды промышленных и строительных отходов (при условии их экологической безопасности), получая композиционный материал с высокими характеристиками.

Данный композитный материал можно использовать при изготовлении кровельного материала, тротуарной плитки, декоративно камня, а также многих других аналогичных видов продукции.

Общие физико-механические и функциональные свойства строительных материалов на основе ПЭТ (в зависимости от материала наполнителя):

Предел прочности на сжатие 50 - 75 Мпа

Твердость (HRB) 60 - 80

Плотность 1,2 - более 2,6 г/куб, см

Теплопроводность 0,13-0,21 Вт/К

Водопоглощение не более 0,6%

Морозостойкость не менее 200 циклов.

Приведенные выше характеристики соответствуют многим нормативным параметрам, что позволяет использовать композитный материал в строительной индустрии. При этом использование вторичного сырья позволяет существенно снизить стоимость получаемой продукции, что является серьезным преимуществом перед аналогичными видами продукции.

**АНТРОПОГЕННОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ  
И ОСОБЕННОСТИ БИОИНДИКАЦИИ ЗАГРЯЗНЕННЫХ И  
ОТНОСИТЕЛЬНО ЧИСТЫХ ВОДОЕМОВ  
ЮГА КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ\***

**Лаевская В.Ф.**

**Научный руководитель: к.б.н., доцент Борисова Г.В.**

*Филиал Кузбасского государственного технического университета  
г. Новокузнецк*

Кемеровская область, и в частности Кузбасс, является одним из самых экологически неблагоприятных регионов в России. Это обусловлено, в первую очередь, чрезмерной концентрацией металлургических, химических, и машиностроительных заводов, предприятий угольной и других добывающих отраслей промышленности.

Экстенсивное развитие промышленности, ошибки в ее размещении, техническая отсталость и недооценка последствий хозяйственной деятельности для природы региона, привели к деградации фауны и флоры, нарушению ландшафта, загрязнению рек, накоплению большого количества промышленных и бытовых отходов, устойчиво высокому загрязнению воздушного бассейна.

В современных условиях научно-технического прогресса проблема водоснабжения является одной из важнейших в жизни современного человеческого общества. Одной из причин недостатка пресной воды, в том числе и насыщенном промышленными предприятиями юге Кузбасса, является загрязнение водоемов промышленными и бытовыми стоками. В водные артерии и озера ежесуточно поступает ряд вредных для человека и всех живых организмов соединений химической природы: фенолы, цианиды, роданид, нефтепродукты, гербициды, и многие другие вещества. Аккумуляция в воде и грунте приводит к нарушению экологического равновесия в водоемах, снижает самоочистительную роль водоема, а зачастую приводит к гибели экосистем. Вода таких водоемов становится непригодной для питьевого использования.

**Цель** данного проекта – установление особенностей видового состава водных растений в экосистемах загрязненных водоемов юга Кузбасса и соотнесение с гидрохимическим составом воды, как показателем высокой степени загрязненности.

Перед автором стояли следующие **задачи**:

1. Изучить и проанализировать органолептику и ингредиентный состав сточных промышленных предприятий и малых рек бассейна реки Томи на

---

\* Доклад, представленный на конкурсе молодежных проектов Всероссийской олимпиады по экологии

юге Кузбасса.

2. Изучить видовой состав и распределение высших водных растений водоемов, принимающих сточные воды в зависимости от степени и объема загрязнений.

**Объектами** исследования явились поверхностные водные источники притоки реки Томи: р. Аба (левый приток), р. Кульяновка (правый приток), принимающие стоки крупных промышленных предприятий, индустриальных городов Новокузнецка, Киселевска и Прокопьевска. Согласно классификации, сточные воды этих рек, отнесены к классу сильной степени загрязненности.

**Научная новизна.** Прослежена динамика и проведено сравнительное изучение видового состава и особенностей распределения высших водных растений, в относительно чистых и загрязненных сточными водами предприятий водоемов, на юге Кемеровской области.

**Практическое значение работы.** Проведенные исследования дают возможность разработать рекомендации:

1. Способствующие улучшению санитарного состояния загрязненных водоемов на юге Кузбасса.

2. Выделить комплексы видов местной флоры в водоемах юга Кузбасса, которые могут служить своеобразными индикаторами для выявления особо тяжелых загрязнителей.

**Общая характеристика, гидрохимический состав водоемов юга Кемеровской области и анализ видового состава высших водных растений.**

**Река Аба.**

Общая протяженность р. Абы – 120 км. В р. Абу поступают стоки 22 шахт, КМК, 3 автобазы, обогатительной фабрики, и др. предприятий.

В разные участки р. Абы поступают сточные воды в разном объеме и отличающиеся по содержанию загрязняющих и токсичных веществ.

Поэтому химический состав сбрасываемых вод, а также распределение и состав водных и прибрежно–водных растений рассматривается в верхнем, среднем и нижнем течениях р. Абы.

В верхнем течении р. Аба принимает сточные воды 9 шахт и 1 автобазы.

Угольная промышленность дает очень большое количество загрязненных вод. Химический состав вод определяется в основном качеством пород, находящихся вблизи горных выработок.

В среднем течении, в р. Абу в черте г. Прокопьевска, производят сброс сточные воды 10 шахт. Анализ воды р. Абы в среднем течении характеризуется тем, что она содержит химические ингредиенты в больших количествах, чем в верхнем течении, по фенолам, взвешенным веществам нефтепродуктам, она превышает ПДК причем, по взвешенным веществам превышение ПДК наблюдается в сотни раз.

В нижнем течении р. Аба принимает сточные воды 3 шахт, Кузнецкого

металлургического комбината, автобазы, птицефабрики и мясокомбината. Различие технологических процессов влечет за собой разнообразие химического состава сточных вод исследуемых предприятий.

Исследования видового состава высших водных растений в р. Абе на разных ее отрезках показали следующее. Всего в р. Абе зарегистрировано 28 видов водных и прибрежно-водных растений. Из них преобладают прибрежно-водные (26). Собственно водных только два вида из группы плавающих растений: ряска малая и многокоренник обыкновенный.

### **Река Кульяновка.**

Общая протяженность реки 13 км. Река Кульяновка принимает сточные воды алюминиевого завода, химикофармацевтического завода, производственного объединения «Органика» и Кузнецкой ТЭЦ. Основной сброс осуществляется в верхнем течении реки. Сточные воды предприятий характеризуется низкой степенью прозрачности, илистым осадком, нефтяным, органическим запахом, темно-коричневым цветом.

Сточные воды этих предприятий содержат большое количество нефтепродуктов (превышение ПДК в 10-20раз), взвешенных веществ (0,63 мг/л при норме 0,05 мг/л), метана (1,6 мг/л при норме 0,1 мг/л), фтора превышающего ПДК в отдельных случаях в 1,5 раза. Кроме того, в водах содержатся цианиды, роданиды и фенолы. Содержание других загрязняющих веществ в пределах установленной нормы.

Изучение водной флоры реки показало, что в состав ее входит 36 видов, из них 8 водных и 28 прибрежно-водных. Видовой состав водных растений реки Кульяновки значительно богаче, чем Абы.

**Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:**

1. Анализ гидрохимических, органолептических, гидробиологических показателей позволил установить высокую степень загрязненности рек Абы и Кульяновки.

2. Сравнительный анализ р. Абы и р. Кульяновки по показателям количественной и качественной загрязненности установил, что объем и количество сбрасываемых сточных вод превышает таковой в р. Кульяновку в 3-5 раз.

3. Видовой состав водных растений в р. Кульяновки богаче, чем в р. Абе и насчитывает 36 видов. Наблюдается высокое их обилие. Видимо загрязнение р. Кульяновки находится на том уровне, который пока способствует интенсивному развитию многих водных растений наиболее устойчивых к различным видам токсичных загрязнений.

4. Видовой состав р. Абы характеризуется неравномерной степенью распределения высших водных растений в верхнем, среднем и нижнем течении р. Абы. Всего зарегистрировано 28 видов водных и прибрежно-водных растений. В среднем течении отмечено 25 видов, в нижнем течении реки резко сокращается видовой состав, остается только 8 наиболее устойчивых видов. Состояние водной растительности в среднем течении р.

Абы свидетельствует, вероятно, о чрезмерном загрязнении водоема токсическими веществами, которые приводят к полному исчезновению большинства видов и резкому сокращению обилия сохранившихся видов.

5. Особую высокую устойчивость к различным видам загрязнения проявляют прибрежно-водные растения: тростник обыкновенный, камыш озерный, рогозы, клубнекамыш скученный, камыш лесной и манник водный. Все эти виды представляют большой интерес для организации оздоровления санитарного состояния малых рек.

#### Библиографический список

1. Акимова Т.А. Экология. Природа-человек-техника [Текст] : учебник / Т.А. Акимова, А.П. Кузьмин. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001.

2. Амбразене Ж.П. Классификация речных вод по степени загрязненности на основе микробиологических показателей [Текст] / Ж.П. Амбразене // Водные ресурсы. – 1974. – Вып. 5. – С. 102-110.

3. Воронцов А.П. Рациональное природопользование [Текст] : учеб. пособие / А.П. Воронцов. – М. : ТАНДЕМ, 2000.

4. Глушковский В.Г. Эколого-экономические проблемы России и ее регионов [Текст] : учеб. пособие / В.Г. Глушковский. – М. : Московский Лицей, 2002. – 288 с.

УДК 504.064:574:622(571.17)

### **ПРОЕКТ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНЫХ ПЫЛЕВЫХ ВЫПАДЕНИЙ УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ (на примере разреза «Шахты №12», г. Киселевск)\***

**Чичиндаева А.Г.**

**Научный руководитель: д.г.-м.н., профессор Рихванов Л.П.**

*Томский политехнический университет,  
Институт геологии и нефтегазового дела  
г. Томск*

Экологический мониторинг – многоцелевая информационная система, в задачи которой входят систематические наблюдения, оценка и прогноз состояния окружающей природной среды под влиянием антропогенного воздействия с целью информирования о создавшихся критических ситуациях, опасных для здоровья людей, благополучия других живых существ, их сообществ, абиотических природных и созданных человеком объектов, процессов и явлений.

Целью проведения экологического мониторинга является получение

---

\* Доклад, представленный на конкурсе молодежных проектов Всероссийской олимпиады по экологии



наиболее полной информации о состоянии и причинах загрязнения окружающей среды в районах интенсивной антропогенной нагрузки и принятия современных мер по устранению нарушений.

Разрабатываемое месторождение полезного ископаемого и другие связанные с его разработкой объекты хозяйственной деятельности, представляют собой сложную природно-техногенную систему, содержащую, как правило, ряд источников антропогенного воздействия на окружающую (в т.ч. – геологическую) среду. В районах размещения горнодобывающего комплекса существует множество экологических проблем. Процедура проектирования системы экологического мониторинга подразумевает определение местоположения и оптимального количества пунктов отбор проб природных компонентов, периодичности проведения контроля различных сред и показателей.

Для предварительной оценки и разработки проекта мониторинга в качестве объекта исследований был выбран снеговой покров. Пробы были отобраны в 4 точках по периметру от места проведения открытых работ (150 м, 250 м, 300 м, 350 м) в январе 2007г. Пробы снега отбирали согласно рекомендациям, представленных в работах [Язиков Е.Г., Шатилов А.Ю., 2004] и на основе многолетнего опыта проведения исследований пылеаэрозолей в Западно-Сибирском регионе [Шатилов А.Ю., 2001]. Микроэлементный состава твердого осадка снега (ТОС) определяли инструментальным нейтронно-активационным анализом (ИНАА) в ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии Томского политехнического университета (аналитик А.Ф. Судыко). Вещественный состав проб изучала с применением стереоскопического бинокулярного микроскопа.

По результатам исследования пылевая нагрузка в северо-восточной части (150 м) составила  $53 \text{ кг/км}^2$  в сут.; в северо-западной части (250 м) –  $13 \text{ кг/км}^2$  в сут.; в юго-восточной части (300 м) –  $5 \text{ кг/км}^2$  в сут.; в юго-западной части (350 м) –  $4 \text{ кг/км}^2$  в сут. В среднем величина пылевой нагрузки составила  $18 \text{ кг/км}^2$  в сут. Наибольшая нагрузка приходится на территорию с радиусом распространения 150 м. В целом величина пылевой нагрузки соответствует низкому уровню загрязнения (менее  $250 \text{ кг/км}^2$  в сут.), в соответствие с градацией [5]. Но при сравнении с данными фона ( $7 \text{ кг/км}^2$  в сут.) [Шатилов, 2001 с доп. Язикова, 2004], превышения доходят до 5 раз.

Характеризуя вещественный состав проб, можно выделить семь видов частиц. Природные минеральные частицы представлены кварцем и полевым шпатом. Техногенная составляющая представлена угольной пылью, сажой, шлаком. Высокое содержание техногенных частиц наблюдается в пробе, отобранной в северо-восточной части на расстоянии 150 м от места выработки. Выявлено уменьшения содержания техногенных частиц по мере удаления от выработки на расстоянии от 150 м до 350 м.

Установлено, что содержание большинства элементов в пробах твердого осадка снега превышает фоновые значения (табл. 1.) Особо следует

отметить, высокие концентрации мышьяка, что, возможно, связано с нахождением локального источника вблизи выработки. Кроме того, содержание мышьяка в пробе с расстоянием 350 м, позволяет предположить местонахождение источника небольшого радиуса.

Таблица 1 – Содержание элементов в твердом осадке снега города Киселевска

№	150 м	250 м	300 м	350 м	фон	№	150 м	250 м	300 м	350 м	фон
As	7	6	6	10	0,5	Yb	3	2	2	3	2
Co	16	14	12	12	10	Rb	52	67	41	29	47
Sb	1	1	2	1	2	Cs	4	3	2	2	3
Cr	49	44	29	30	110	Hf	7	6	4	3	5
Ba	876	781	805	567	100	Ta	0,6	0,9	0,6	0,8	0,7
Sr	352	75	474	414	100	U	2,9	2,9	2,8	2,8	2,9
Lu	0,5	0,4	0,3	0,4	0,4	Th	7	7	6	5	7
La	31	30	23	29	28	Ca(%)	0,6	0,7	1	1	0,9
Ce	59	54	43	38	49	Na(%)	0,7	0,8	0,3	0,5	0,6
Sm	6	5	4	5	5	Fe(%)	2	2	2	2	2
Eu	0,8	1	0,7	0,7	0,9	Br	5	2	1	7	4
Tb	0,7	0,7	0,5	0,4	0,5	Au	0,1	0,02	0,05	0,05	0,1
Sc	8	8	6	6	7	Ag	1	1	1	1	1

Фон по данным [Шатилова А.Ю., 2001] с дополнением [Язикова Е.Г., 2006].

Таблица 2 – Геохимические ряды ассоциаций химических элементов (относительно фона) в пробах твердого осадка снега территории города Киселевска

Проба	Геохимический ряд	Zспз
150 м	U <sub>14,6</sub> - As <sub>14,1</sub> - Yb <sub>12,9</sub> - Tb <sub>11,16</sub> - Sm <sub>10,6</sub> - La <sub>10,0</sub> - Ba <sub>9,0</sub> - Lu <sub>6,32</sub> - Ta <sub>6,21</sub> - Ce <sub>5,7</sub> - Na <sub>4,46</sub> - Ag <sub>4,0</sub> - Sr <sub>4</sub> - Hf <sub>3,0</sub>	104
250 м	U <sub>14,5</sub> - As <sub>12,5</sub> - Tb <sub>11,35</sub> - La <sub>10,5</sub> - Sm <sub>10,6</sub> - La <sub>10,5</sub> - Sm <sub>9,2</sub> - Ta <sub>9,04</sub> - Ba <sub>8,0</sub> - Yb <sub>7,9</sub> - Lu <sub>5,8</sub> - Ce <sub>5,2</sub> - Ag <sub>4,0</sub>	93
300 м	U <sub>13,9</sub> - As <sub>12,4</sub> - Yb <sub>9,1</sub> - La <sub>8,1</sub> - Ba <sub>8</sub> - Tb <sub>7,78</sub> - Sm <sub>7,5</sub> - Ta <sub>5,91</sub> - Sr <sub>5,0</sub> - Ce <sub>4,2</sub> - Ag <sub>4,0</sub> - Lu <sub>3,58</sub>	78
350 м	As <sub>20,0</sub> - U <sub>14,1</sub> - Yb <sub>12,6</sub> - La <sub>10,3</sub> - Sm <sub>8,6</sub> - Ta <sub>7,56</sub> - Ba <sub>6</sub> - Lu <sub>5,45</sub> - Sr <sub>4,0</sub> - Ag <sub>4,0</sub> - Ce <sub>3,7</sub>	93

Согласно методическим рекомендациям для величины Zспз [6] видно, что высокий уровень загрязнения наблюдается в северо-восточной части исследуемой территории. Средний уровень загрязнения наблюдается преимущественно в южной и юго-западной частях исследуемой территории. В остальном районе выявлен низкий уровень загрязнения.

В целом анализ твердого осадка снега показал наличие порядка 7

видов частиц. При этом большее количество из них составляют частицы техногенного происхождения. Содержание некоторых элементов превышает фоновые и средние значения.

На основе полученных результатов разработан ряд мероприятий по улучшению состояния атмосферного воздуха на территории угледобывающего предприятия и в зоне его влияния.

1. Организовать локальный мониторинг загрязнения атмосферы в зонах воздействия предприятия на основе изучения пылеаэрозолей.

2. Для прогноза изменения состояния окружающей среды необходимо создать математическую модель распространения редких, редкоземельных и радиоактивных элементов с техногенной пылью в зонах воздействия промышленного предприятия.

3. Для улучшения экологической обстановки на территории г. Киселевска необходимо провести следующие природоохранные мероприятия:

– усовершенствовать систему пылеулавливания на промышленных предприятиях;

– увеличить роль транспорта на электрическом токе в перевозке пассажиров;

– озеленять санитарно-защитные зоны предприятий.

УДК 621.311:504(671.17)

## **ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГЕТИКИ НА ЭКОЛОГИЮ КУЗБАССА\***

**Спасов С.И.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Михайлов В.Г.**

*Кузбасский государственный технический университет  
г. Кемерово*

С эволюцией общества у человека помимо его естественных потребностей, таких как пища и жилище, появилась потребность в электричестве. Как и все потребности, она неуклонно растет, что обусловлено ростом промышленного производства и увеличением численности населения. Следовательно, развитие энергетической отрасли закономерно, так же как и увеличение отрицательного влияния энергетических предприятий на экологию.

Цель данного проекта состоит в нахождении путей для повышения экологической эффективности энергетики Кузбасса. В процессе работы были поставлены и решены следующие задачи:

- проведен анализ современного состояния энергетической отрасли

---

\* Доклад, представленный на конкурсе молодежных проектов Всероссийской олимпиады по экологии

Кузбасса;

- произведена оценка влияния энергетических предприятий на экологию Кемеровской области;
- разработаны и предложены пути по уменьшению отрицательного влияния на окружающую среду.

Эта тема актуальна сегодня, поскольку мировой кризис создал возможность для реформирования энергетической отрасли. Еще в 2007 году кузбасские энергетики всерьез говорили о том, что в регионе возникнет недостаток электроэнергии. Такая ситуация могла сложиться, если бы промышленность Кемеровской области сохранила прежние темпы роста, а энергетики не увеличили бы темпов инвестирования в развитие собственных мощностей. Но в начале 2009 г. спад в промышленности, основу которой в Кузбассе составляют наиболее пострадавшие от кризиса угледобывающая и металлургическая отрасли, дал энергетикам шанс поработать на перспективу.

В Кузбассе энергетическая отрасль представлена следующими предприятиями:

- Беловская ГРЭС;
- Западно-Сибирская ТЭЦ;
- Кемеровская ГРЭС;
- Крапивинская ГЭС (законсервированная);
- Кузнецкая ТЭЦ;
- Ново-Кемеровская ТЭЦ;
- ТЭЦ КМК;
- Томь-Усинская ГРЭС;
- Южно-Кузбасская ГРЭС.

Кемеровская область является одной из наиболее неблагополучных в экологическом отношении, как в Сибирском регионе, так и в России в целом. По объему валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу Кемеровская область занимает 3-е место в Российской Федерации и 2-е место в Сибирском Федеральном округе. Объем валовых выбросов от стационарных источников составляет за последние три года около 1,3 млн. тонн в год. Из них на долю электроэнергии приходится 203 тыс. т. выбросов.

В энергетической отрасли Кузбасса можно выделить следующие факторы, отрицательно влияющие на экологическую эффективность энергодобывающих предприятий:

- рост энергопотребления в условиях дефицита энергетических мощностей приводит к вынужденному повышению загрузки неэффективных ТЭС и в неэффективных режимах;
- материальная база сильно устарела (предприятия существуют за счет «советского наследства»), что приводит к повышению затрат на эксплуатацию и уменьшению производительности;

- отсутствие инноваций в энергетике;
- несовершенство законодательной базы. Предприятиям выгоднее платить штрафы за загрязнение окружающей среды, чем вкладывать деньги в строительство очистных сооружений;

- «недобропорядочность руководства». Примером может служить Крапивинская ГЭС, строительство которой началось в 1975 году и было заморожено в 1989 году. В последующие годы состояние сооружений гидроузла ухудшалось, подвергаясь пассивному физическому износу.

Проблемы могут быть решены за счет:

- разработки и реализации инвестиционных проектов. По данным администрации Кемеровской области, на ближайшие в регионе были запланированы крупные инвестиционные проекты: расширение Томь-Усинской ГРЭС, ввод новых мощностей на Кемеровской ГРЭС, Кузнецкой ТЭЦ, обновление Беловской ГРЭС (входят в состав «Кузбассэнерго»). Однако, по мнению экспертов, пока сложно сказать, какой будет дальнейшая судьба этих инвестиционных проектов. В таких условиях необходимо оценить объем капитальных вложений в развитие энергетического комплекса в 2009-2010 гг., уточнить перечень энергетических объектов, а в период «энергетической паузы» не прекращать реализацию проектов по развитию генерирующих мощностей, строительству и реконструкции магистральных и распределительных сетей, возведению очистных сооружений;

- внедрения новых технологий с использованием опыта зарубежных предприятий;

- ужесточения санкций за превышение нормативов по выбросам загрязняющих веществ;

- использования альтернативных источников энергии.

Энергетическая отрасль Кузбасса занимает лидирующие позиции по загрязнению окружающей среды вместе с металлургической и химической промышленностью, поэтому разработка и внедрение мероприятий по повышению экологической эффективности предприятий представляется особенно важной. Кроме того, данные мероприятия должны носить систематичный, комплексный, обязательный характер.

Огромное значение имеет осуществимость предложенных мероприятий для перехода Кузбасса на устойчивое эколого-экономическое развитие.

## **ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ ПОДРАСТАЮЩЕГО ПОКОЛЕНИЯ В ИНДУСТРИАЛЬНОМ РЕГИОНЕ\***

**Тереда Е.Ф.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Андреева О.С.**

*Кузбасская государственная педагогическая академия  
г. Новокузнецк*

Существующие в настоящее время нормы взаимодействия с природой неизбежно ведут к ухудшению экологической ситуации. В такой ситуации экологические проблемы нужно рассматривать не только как проблемы сохранения окружающей среды, но и как необходимость воздействия на мировоззрение и сознание людей. Поэтому одной из наиболее актуальных современных проблем является проблема экологизации сознания всех слоев населения, выработки у каждого человека независимо от его возраста потребности экологически грамотно взаимодействовать с миром природы. Эти задачи решает экологическое образование. Наш проект направлен на реализацию преемственности и непрерывности экологического образования подрастающего поколения в индустриальном регионе. Проект предусматривает непрерывное экологическое образование **от детского сада до вуза**. Он является интегрированным и включает несколько отдельных проектов.

Работу следует начинать уже на первом этапе системы экологического образования - **дошкольном возрасте**. Именно в дошкольном возрасте закладываются основы личности, ее ценностных ориентаций. Поэтому так важно уже в дошкольном возрасте воспитать правильное восприятие природы, ценностное отношение к ее объектам, развить потребность в познавательном общении с природным окружением

Результативность экологического образования дошкольников во многом обуславливается теми внешними условиями, в которых находится ребенок. Дошкольное образовательное учреждение (ДОУ) должно быть оснащено эколого-развивающим комплексом, позволяющим решать задачи экологического воспитания. *Эколого-развивающий комплекс* – совокупность специально организованных условий в дошкольном образовательном учреждении и прилегающей территории, необходимых и достаточных для реализации различных форм воспитательно-образовательного процесса, в результате которого дошкольники овладевают основными экологическими понятиями, практическими умениями, рациональными способами взаимодействия с природой.

В настоящем проекте предложена модель эколого-развивающего

---

\* Доклад, представленный на конкурсе молодежных проектов Всероссийской олимпиады по экологии

комплекса в ДОУ. Создание данного эколого-развивающего комплекса позволит решить задачи экологического воспитания и образования детей дошкольного возраста, позволит сформировать у дошкольников начальный объем знаний, умений и навыков, способствующий успешности экологического образования на последующих этапах.

Составляющими предлагаемой модели эколого-развивающего комплекса являются следующие компоненты: уголок природы, зимний сад, живой уголок, экологическая лаборатория, комната природы, озелененные пространства территории участка ДОУ.

**Начальная школа** – второй важнейший этап интенсивного накопления знаний об окружающем мире, развития многогранных отношений младшего школьника к природному и социальному окружению, способствующий становлению личности, формированию экологической культуры. Первая задача заключается в том, чтобы дать учащимся общие знания о мире людей и мире природы как ближайшем окружении ребёнка и о взаимоотношениях в системах «человек – человек», «природа – природа», «природа – человек». Вторая задача направлена на совершенствование познавательной и практической учебной деятельности детей. Третья задача заключается в развитии личностных качеств ребёнка: научного миропонимания, экологической, санитарно-гигиенической и этической культуры, эмоций, творческих способностей, чувства патриотизма и так далее.

Познавательная деятельность стимулирует моделирование экологических ситуаций нравственного выбора, которые обобщают опыт принятия решений, формируют ценностные ориентации, развивают интересы и потребности школьников. Активизируется потребность в выражении эстетических чувств и переживаний творческими средствами (рисунок, рассказ, стихи и т.п.). Искусство позволяет компенсировать преобладающее число логических элементов познания. Свойственный искусству синтетически подход к действительности, эмоциональность особенно важны для развития мотивов изучения и охраны природы.

Средством психологической подготовки школьников к реальным экологическим ситуациям выступают ролевые игры.

Воспитание следует основывать на раскрытии конкретных экологических связей, что поможет ученикам усваивать правила и нормы поведения в природе, которые будут осознанными и осмысленными убеждениями каждого.

Важную роль играют экологические экскурсии. Детям предлагается заучивать перед экскурсией стихотворение о природе, используя для этого стихи И. Бунина, Ф. Тютчева, С. Есенина. На экскурсии использовать загадки С. Маршака, Е. Благиной, Е. Серовой, Р. Федыкина. Перед экскурсией давать детям по подгруппам или отдельным учащимся различные задания по наблюдению за животными и растениями. Важно уделять большое внимание повышению познавательной активности учащихся на экскурсиях. Для этого служат дидактические игры, такие как: «Узнай дерево по листу» или «Что

изменилось?»), направленные на сравнение увиденного и воспроизведение в памяти того, что было.

**В среднем и старшем звене** экологическое образование школьников осуществляется на уроках биологии, географии, экологии и ОБЖ. Первое условие успеха экологического просвещения и воспитания - достаточно высокая точность данных о состоянии отдельных регионов и биосферы в целом, кроме того, точные данные необходимо дополнять сведениями о тех взаимосвязанных последствиях, которые может повлечь за собой то или иное частное на первый взгляд изменение какого-либо компонента биосферы. Второе условие успеха экологического воспитания - необходимость комплексного характера освещения экологических явлений. Важно воспроизвести не только сложную совокупность природных процессов, но и дать их в отношении к событиям в человеческом обществе.

В дополнение к экологическим знаниям, получаемым в учебном процессе, также немаловажным аспектом является экологизация внеучебной деятельности. В нашем проекте предлагается ряд мероприятий по формированию экологического мировоззрения у школьников: упражнение Джеффа, «Лаборатория здоровья», а также проведение эколагеря «Высота».

**В высшей школе** экологическое образование обеспечивается за счет проведения учебных дисциплин и полевых практик. Например, на ЕГФ КузГПА в учебный процесс включены курсы «Общая экология», «Региональная экология», «Социальная экология», «Экология человека», «Экология Кемеровской области», «Особо охраняемые природные территории Кемеровской области», «Красная книга Кемеровской области» и др. Важное место в формировании знаний, умений и навыков (ЗУН) принадлежит полевым практикам. Предусмотрены полевые практики по экологии, региональной экологии, экологии растений и экологии животных, краеведению и др. На полевых практиках студенты совершенствуют свои ЗУН экологической направленности.

Кроме учебных занятий важное место в экообразовании занимает и внеучебная деятельность студентов. С этой целью создана Кемеровская региональная общественная организация «Кузбасская эколого-краеведческая организация» – Кузбасс-ЭКрО, которая работает по направлениям: проведение эколого-краеведческих исследований, охрана природы, экологический туризм, экологическое образование и просвещение. Студенты ЕГФ являются членами Кузбасс-ЭКрО, что позволяет им реализовать себя в экологической деятельности. Кузбасс-ЭКрО сотрудничает с НИЛ РКО КузГПА по разработке электронных пособий УМК (например, созданы CD-диски «Памятники природы юга Кузбасса», «Природное наследие Кузбасса»). Студенты ЕГФ – члены Кузбасс-ЭКрО проводят образовательные эколагеря «КуЭСТ» для первокурсников и школьников. Экологический лагерь выступает как адаптационная форма экологического образования студентов естественно-географического факультета педагогической академии. Результатом эколагеря как адаптационной формы



экообразования является определенная сформированность ответственного отношения будущих преподавателей к окружающей среде, умение понимать и ценить красоту природы, и их профессиональная дальнейшая способность осуществлять экологически грамотные действия в работе, занимать активную жизненную позицию.

В результате учебной и внеучебной деятельности реализуется цель: развитие профессиональной компетенции будущих педагогов в экологическом образовании.

Таким образом, проект подразумевает непрерывное экологическое образование от детского сада до вуза и позволяет решить задачи формирования экологического мировоззрения у подрастающего поколения в Кузбасском регионе.

УДК 504.4(571.17)

## **СПОСОБ ОЧИСТКИ МАЛЫХ РЕК И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ НА ПРИМЕРЕ РЕКИ АБА\***

**Юхимец А.В., Нечаев Я.С.**

**Научный руководитель: Марченко В.А.**

*Новокузнецкий филиал-институт Кемеровского государственного университета  
г. Новокузнецк*

Реки – основной источник водоснабжения городов и других населенных пунктов. Вместе с тем, сточные воды коммунально-бытовых хозяйств и промышленных предприятий, расположенных на территории населенного пункта также правило, сбрасываются в реки, вызывая загрязнение воды и нарушение естественного состояния речных экосистем.

Малые реки, протекающие по территории городов в большой степени подвержены вредному воздействию. В них производят сбросы промышленные предприятия. Берегозащитные противоэрозионные мероприятия для таких рек либо не проводятся, либо проводятся фрагментарно.

Лидером по загрязненности среди новокузнецких малых рек является Аба. Бассейн реки Аба расположен в пределах юго-западной части Кузнецкой котловины. Река берет начало в районе г. Киселевска, на склонах Тырганского плато и впадает в р. Томь на расстоянии 580 км от устья. Длина реки Аба составляет 71 км, площадь водосбора 867 км<sup>2</sup>. Река протекает по городам Киселевск, Прокопьевск, Новокузнецк и многим поселениям, которые сбрасывают в неё использованные воды.

Качественный состав воды р. Аба, по данным Кемеровского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, формируется под

---

\* Доклад, представленный на конкурсе молодежных проектов Всероссийской олимпиады по экологии

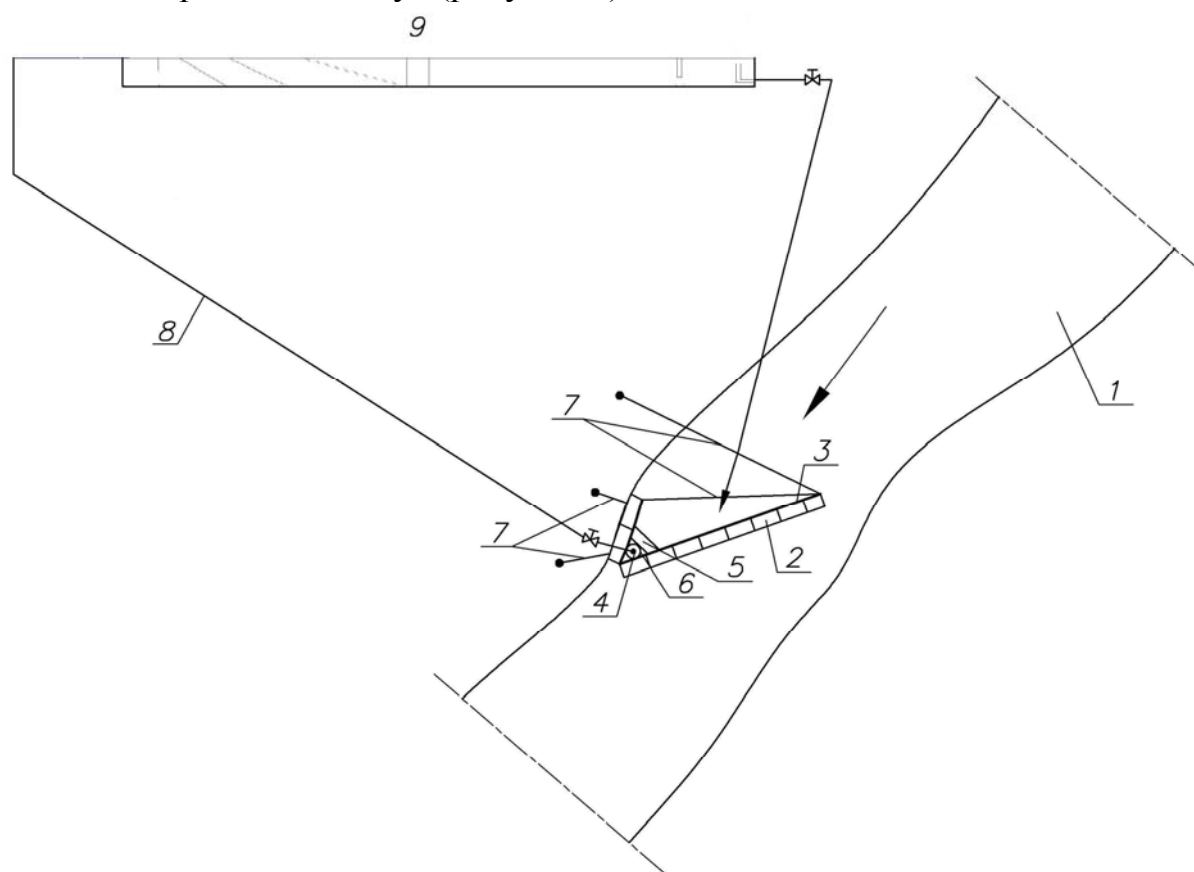
влиянием сбросов сточных вод угледобывающих предприятий, жилищно-коммунального хозяйства городов через которые протекает река. В перечень загрязняющих веществ, присутствующих в водах реки Аба в концентрациях, превышающих предельно допустимые в районе г. Новокузнецка входят цинк, нефтепродукты, взвешенные вещества.

Анализ динамики загрязненности воды в реке Аба за период с 2003 по 2009 гг. позволяет сделать выводы о необходимости проведения мероприятий по повышению качества воды в реке.

В сточных водах, как правило, присутствует не один загрязнитель, а целый спектр различных по природе и свойствам загрязняющих агентов. Это приводит к необходимости проведения комплексной очистки сточных вод, включающей в себя ряд различных способов и методов.

Для решения задачи повышения качества воды в реке Аба на территории города Новокузнецка предлагается комплексный способ очистки воды, включающий в себя механический и электрофизический методы.

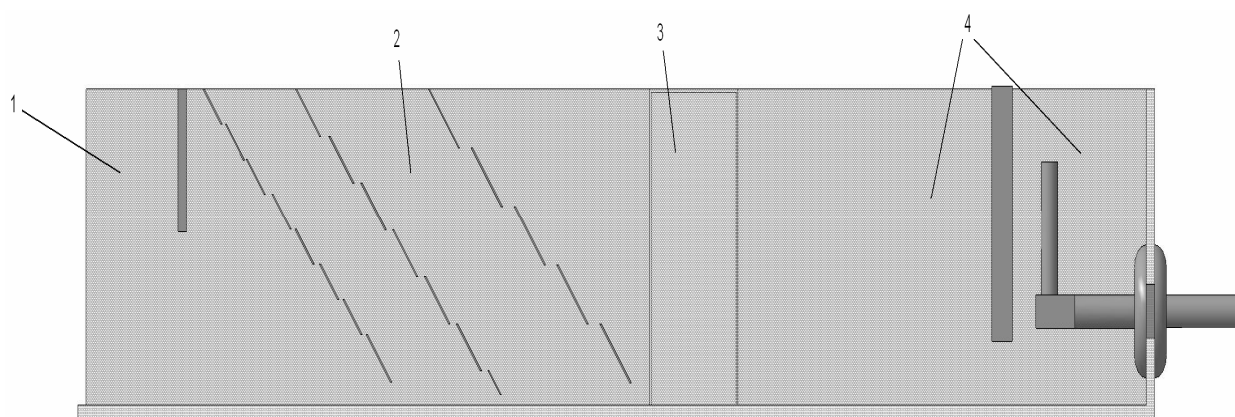
Аккумуляцию загрязняющих веществ в акватории реки производят путем установки в реке водонепроницаемой перегородки, представляющей из себя сборный плашкоут (рисунок 1).



- 1 – река с загрязненной водой; 2 – плашкоут; 3 – водонепроницаемая перегородка; 4 – аккумуляционная емкость; 5 – горизонтально регулируемый ребро-разделитель у горловины аккумуляционной емкости; 6 – насос; 7 – система канатов; 8 – трубопроводы с запорной арматурой; 9 – отстойник осветлитель

Рисунок 1 – Общая схема способа очистки реки

Отделение верхнего слоя воды по глубине в акватории производят изменением угла наклона от 0 до 10° ребра горловины аккумулирующей емкости, расположенной в углу плашкоута, и глубиной ее притопления ниже уровня воды, где размещается погружной насос, при этом должно соблюдаться условие, приход воды в аккумулирующую емкость должен быть больше производительности насоса, очистка воды и аккумуляция загрязняющих веществ производят в отстойниках – осветлителях (рабочий, резервный) на берегу, которые располагают на 1-1,5 м выше максимального уровня воды в реке, имеющих форму траншеи (рисунок 2). Отстойник состоит из четырех отсеков. Отделение нефтепродуктов между отсеком 1 и остальной частью отстойника происходит за счет остановки верхнего слоя воды перегородкой. Отсек 2 состоит из тонкослойных осветителей типа «жалюзи», обеспечивающих интенсивное осаждение взвешенных частиц и уменьшение скорости течения. На дно траншеи устанавливают плоские контейнеры для сбора осевших взвешенных частиц и последующей очистки отстойника. Отсек 3 снабжен гравийным фильтром, за счет которого происходит отделение оставшихся взвешенных частиц, не осажденных в отсеке 2. В отсеке 4 используется электрофизический метод осаждения взвешенных частиц. Отсек снабжен установкой воздействующей на воду постоянным электрическим током. Взвешенные частицы, попадая в электромагнитное поле, интенсивно осаждаются. Перегородка между отсеком 4 и трубой водосброса обеспечивает перепуск частиц на глубину и беспрепятственный сброс очищенной воды в огороженную плашкоутом акваторию.



1 – отсек 1; 2 – отсек 2; 3 – отсек 3; 4 – отсек 4  
Рисунок 2 – Устройство для очистки вод малых рек

По результатам анализа местности было признано целесообразным установить очистные сооружения на правом берегу реки Аба в районе ее устья. В данном случае можно будет эффективно извлекать загрязняющие вещества, которые сбрасываются в реку на всем ее протяжении, включая территорию города Новокузнецка. В районе предполагаемого размещения сооружений отсутствуют объекты жилой застройки.

**ОРГАНИЗАЦИЯ МАЛЫХ ПИХТОВАРЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВ  
В ЦЕНТРАЛЬНОМ ЛЕСОЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЙОНЕ  
КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ\***

**Федорова В.В.**

**Научный руководитель: Есянова О.А.**

*Сибирский государственный технологический университет  
г. Красноярск*

Древесная зелень пихты благодаря содержанию в ее составе питательных и биологически активных веществ является многотоннажным, оставляемым на лесосеке отходом. Не смотря на убедительные доказательства о существенном превышении стоимости вырабатываемых из этого сырья продуктов, ее утилизация оставляет желать лучшего. В случае древесной зелени пихты переработка ограничивается, как правило, получением единственного товарного продукта – пихтового эфирного масла.

Образующиеся при пихтоварении жидкие отходы (флорентинная вода и кубовый конденсат) сливаются в водоемы, угнетая их флору и фауну, в связи с чем предприятия получают штрафные санкции. Тоже самое относится к твердым остаткам сырья, которые, находясь на лесной территории, захламляют ее, обуславливают пожарную опасность и создавая условия для размножения насекомых-вредителей.

Организация комплексной переработки древесной зелени пихты на основе пихтоварения, не требующего больших капитальных вложений, сложного оборудования и квалифицированной рабочей силы, решает, как минимум, три основные задачи регионального значения.

Во-первых, утилизация лесосечных отходов позволяет выпускать дополнительную продукцию, сохраняя в целостности лесные массивы, продолжающие выполнять средообразующие и другие функции. Это особенно важно для территорий с истощенными лесными ресурсами, к которым относится Центральный лесоэкономический район Красноярского края.

Во-вторых, создание для переработки лесосечных отходов малых предприятий означает появление в лесном регионе новых рабочих мест, где они крайне востребованы. Кроме того, их функционирование означает пополнение скудных местных бюджетов, что имеет неоспоримое социальное значение.

В-третьих, комплексная переработка древесной зелени помимо получения пихтового эфирного масла означает более полное использование сырья, снижение загрязнения водоемов и лесных участков, а главное

---

\* Доклад, представленный на конкурсе молодежных проектов Всероссийской олимпиады по экологии

выработку новых востребованных продуктов. При традиционном пихтоварении выработка товарного продукта составляет 2-4%, остальное выбрасывается, засоряя и принося ущерб окружающей среде и характеризуя низкую культуру производства. Для повышения экономичности и экологичности наиболее масштабную из жидких отходов часть (флорентинную воду) рекомендуется многократно использовать в процессе пихтоварения. Ее анализ показывает, что она содержит значительно меньше, чем свежая вода минеральных соединений и компоненты эфирного масла. Ее применение для генерации пара дает возможность не только вернуть содержащиеся в ней компоненты эфирного масла (около 700 мл за варку), но и снизить минерализацию стенок котла и трубопроводов, тем самым удлинить межремонтный период. Второй из жидких отходов – кубовый конденсат. Эта темно-коричневая, приятно пахнущая жидкость, скапливающаяся на дне перегонных чанов в процессе отгонки, при упаривании превращается в хвойный экстракт. Он представляет собой растворимые в горячей воде компоненты древесной зелени и содержит многие энергетические и биологически активные вещества. Вклад большинства из них не уступает содержанию этих продуктов в елово-сосновом лечебном экстракте, вырабатываемого согласно ТУ 81-05-97-70. Пихтовый экстракт обладает низкой токсичностью, благоприятно влияет при добавлении его к полноценным кормам животных и птиц. Полученный продукт эффективен в оздоровительных целях, прежде всего для профилактических ванн. Расчеты показывают, что прибыль от реализации пихтового экстракта лишь вдвое меньше, чем от эфирного масла.

В отработанной древесной зелени пихты в связи с гидротермообработкой количественно несколько изменяется компонентный состав. Вклад энергетических продуктов (углеводов, протеинов, клетчатки) снижается незначительно, что в случае клетчатки благоприятно для скармливания. Еще благоприятнее удаление из сырья эфирного масла, смолистых и некоторых фенольных веществ, что способствует протеканию пищеварительных процессов. Безусловно, распад витаминов и пигментов ухудшает качество отработанной зелени, но, тем не менее, по многим кормовым показателям в феврале-марте она существенно превосходит люцерновое сено.

В целом, комплексная переработка древесной зелени на основе пихтоварения наряду с получением новых товарных продуктов и повышением рентабельности производства улучшает экологическое и социальное положение в регионе.

**ПРОБЛЕМА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ БОЛОТНЫХ  
ФИТОЦЕНОЗОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ ЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ  
(НА ПРИМЕРЕ МОНИТОРИНГА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА  
БОЛОТНЫХ ВОД)\***

**Дутова А. Н.**

**Научный руководитель: к.б.н., доцент Незнамова Е.Г.**

*Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники  
г. Томск*

Болота занимают 4 % суши и аккумулируют около 4,3 тыс. км<sup>3</sup> воды. В связи с этим они являются важнейшим фактором и условием воспроизводства водных ресурсов. Основная роль болот – гидрологическая, и она заключается в том, что они служат источником не только парообразной воды, но и аккумуляторами огромной массы пресной. Болотные воды значительно отличаются от других природных вод. Они богаты органическими веществами, обладают низкой степенью минерализации. Таким образом, болота важны для изучения и последующего их сохранения.

Экологические последствия осушения лесов и болот в основном довольно плачевны. Массовая гидромелиорация во многих областях практически уничтожила естественные болотные комплексы, являющиеся ключевыми местами обитания для многих видов растений и животных. Благодаря осушению лесов и лесных болот уменьшилась их влагоемкость, в результате чего был нарушен водный режим многих лесных рек и ручьев. Осушение освобождает торфяные залежи от избытка воды, в результате чего накопление торфа (с поглощением из атмосферы углекислого газа) сменяется в болотах его разложением (с выделением углекислого газа) [1].

**Цель данного проекта:** изучить влияние лесомелиорации на болотные фитоценозы.

В мире существуют методы борьбы с осушением лесов, такие как:

- перегораживание мелиоративных канав с использованием как природных стройматериалов, так и строительных материалов промышленного производства;
- частичное снижение или прекращение осушения болота, что постепенно приведет к восстановлению болотного фитоценоза.

Однако необходимо сначала изучить все процессы, протекающие в нарушенном ландшафте, и только потом применять какой либо из описанных выше методов.

Поэтому для изучения влияния лесомелиорации на болотные фитоценозы был проведен мониторинг химического состава болотных вод.

---

\* Доклад, представленный на конкурсе молодежных проектов Всероссийской олимпиады по экологии

Отбор проб производился в специально оборудованных колодцах в пределах объектов стационарных исследований в слое 30 см от поверхности. Пробы отбирались в следующих пунктах:

1. **Верховое болото** - расположено в пределах водосборной площади р. Ключ и включает естественные торфяные болотные экосистемы Западно-Сибирской таежной болотной области, такие как: заболоченный высокорослый смешанный лес в периферийной части болотного массива (пункт 1); высокий рям (пункт 2); низкий рям (пункт 3); пункт 4 – сосново-кустарничково-сфагновый фитоценоз на окраине болота; оосоково-сфагновая топь (пункт 5);

2. **Участок лесомелиорации** расположен на водораздельном плато в междуречье рек Бакчар и Икса. В 1973 – 1979 гг. в северной части участка было проведено осушение на площади 4000 га с целью лесомелиорации. На объекте выбраны два пункта наблюдения: естественный и осушенный.

3. **Эвтрофное болото «Самара»** площадью около 400 га расположено на низкой левобережной террасе р. Бакчар на первой надпойменной террасе в окрестностях д. Полынянка [2].

Химический состав болотных вод отражает всю естественно-историческую специфику формирования болота, являясь одним из результатов действия всей совокупности процессов болотообразования. Основными компонентами химического состава болотных вод органической природы являются:

- гуминовые кислоты (ГК) - сложная смесь природных органических соединений, образующихся при разложении отмерших растений и их гумификации;
- фульвокислоты (ФК)– (от лат. *fulvus* — желтый) - часть гумусовых кислот, которая не осаждается из раствора при нейтрализации органических веществ [3].

Величина сухого остатка характеризует общее содержание растворенных в воде нелетучих минеральных и частично органических соединений [4].

Данные, представленные в работе отражают информацию за июнь месяц 2009 года.

Анализ полученных данных позволяет сделать следующие выводы:

1. Соотношение гуминовых и фульвокислот говорит, что в исследуемых пробах преобладают фульвокислоты, особенно в пробах эвтрофного болота «Самара». При снижении содержания фульвокислот в пробах, количество гуминовых кислот увеличивается. Это характерно для проб низкого рьяма.

2. Максимальные показатели гуминовых, фульвокислот и сухого остатка характерны для эвтрофного болота «Самара». Остальные пункты характеризуются средними по значению показателями.

3. Наибольшее содержание гуминовых кислот находится в пробах воды эвтрофного болота «Самара», водах низкого и высокого рьяма.

Наименьшее содержание характерно для проб сосново-осоково-сфагнового фитоценоза на окраине болота.

4. Прослеживается определенная последовательность содержания фульвокислот в исследуемых пробах:

1. максимальное нахождение в пробах низинного болота «Самара»;
2. затем идут пробы участков лесомелиорации, высокого рьяма и сосново-осоково-сфагнового фитоценоза на окраине болота;
3. минимальное содержание характерно для проб осоково-сфагнутой топи.

4. Наибольшим содержанием сухого остатка характеризуются пробы эвтрофного болота «Самара». Минимальное значение характерно для проб низкого рьяма. Остальные пробы отнесем к группе со средним содержанием сухого остатка.

5. Кроме того, можно сказать, что по химическому составу исследуемые объекты пригодны для рационального использования. Так как даже участок лесомелиорации в осушенной точке приобретает свой естественный вид и содержание химических веществ, т.е. данные пункты в настоящее время не ощущают антропогенного воздействия.

6. Процесс восстановления осушенного участка начался и идет естественным путем без вмешательства человека. Это очень важно, так как природным системам необходимо около 100 лет, чтобы восстановить утраченные функции и свойства.

7. Данные по остальным пунктам отбора проб позволяют сказать о минимальной нагрузке со стороны человека на исследуемые природные объекты.

8. И, наконец, лесомелиорация оказывает разнообразное влияние на природные объекты, но всех негативных влияний можно избежать, если рационально и продуманно использовать территорию.

#### Библиографический список

1. Перельман А.И. Геохимия природных вод. М.: 1982 – 154 с.
2. Инишева Л.И., Дементьева Т.В., Головацкая Е.А., Порохина Е.В. Научно-исследовательский полигон «Васюганье». Программа научной экскурсии. – Томск, ЦНТИ, 2003. – 88 с.
3. Лит. Кухарсико Т.А. Окисленные в пластах бурые и каменные угли. М., 1971 С.Г.Аронов.
4. Методика определения сухого остатка (ГОСТ 18164-72).



## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ТУРИЗМ КАК СРЕДСТВО ОХРАНЫ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ\***

**Колпаков А.**

**Научный руководитель: к.с.-х.н., доцент Колпакова В.П.**

*Алтайский государственный аграрный университет  
г. Барнаул*

Во всем мире растет популярность природного туризма. И давно уже понятно, что содействие развитию экологического туризма - это не только один из способов остановить губительное разрушение дикой природы, но и прибыльный вид бизнеса.

Алтайский край не является исключением в этом смысле. Если учесть тот факт, что основным туристическим ресурсом Алтая является природа, а основным видом туризма стихийный (не организованный), то можно себе представить, как увеличивается антропогенный пресс на природные территории за последние годы.

Известно, что экологический (устойчивый) туризм - это целенаправленное путешествие по природным зонам с тем, чтобы понять культуру и естественную историю окружающей среды, заботясь о том, чтобы не нарушить целостность экосистемы за счет создания экономических условий, делающих сохранение природных ресурсов выгодным для региона.

Необходимо иметь в виду, что туризм - экономическая категория. Поэтому без учета экономической целесообразности - его развитие не возможно. Однако, недопустимы те методы и формы туризма, которые противоречат основам экологического мировоззрения. При достижении экономической эффективности необходимо находить решения, позволяющие достичь компромисса с принципами устойчивого развития региона.

В рамках развития инфраструктуры туризма в Алтайском крае выделяется Чарышский район.

Чарышский район обладает достаточными природными ресурсами и рекреационным потенциалом и может занять ведущее место в индустрии туризма. Главной привлекательностью, по мнению экспертов по туризму, составляют эстетические свойства ландшафта. Чарышский район сохранил красивейшие природные ландшафты, первозданность и нетронутость, которой нет в других регионах России. Район многолик и разнообразен, поэтому может удовлетворить вкус любого путешественника.

На территории района находятся 9 памятников природы краевого значения. В 1978 году образован заказник «Чарышский» площадью 55 тыс.га. Природно-климатические условия Чарышского района

---

\* Доклад, представленный на конкурсе молодежных проектов Всероссийской олимпиады по экологии

предопределили развитие многих видов туризма: приключенческий, экстремальный, охотничий, рыболовный, оздоровительный туризм. Чарышский район обладает богатым культурно-историческим наследием: на 2006 год территории района зарегистрировано 65 памятников археологии, среди них так называемый «Царский курган».

Все эти факторы дают предпосылки для познавательного и делового туризма, в целом положительно влияют на развитие туризма на территории Чарышского района.

Молодежное экологическое агентство (МЭА) «Планета» Алтайского Государственного Аграрного Университета с 2005 года проводит работу по реализации проекта «Экологический туризм как средство охраны природных территорий» в Чарышском районе. Работа проводилась по малому гранту «Green Grand Fond», при поддержке администрации АГАУ на учебной, спортивно-оздоровительной базе отдыха «Чистый берег».

В рамках экологического проекта в качестве природной территории были взяты памятники природы. Территории являются максимально устойчивыми естественными биогеоценозами, которые сформировались без влияния человеческой деятельности и располагаются на относительно не большой площади (в масштабе пеших 1-2-3 дневных маршрутов). На основе экологической значимости территорий составлена схемы пяти маршрутов и функциональных зон: познавательная зона (посещаемые участки); рекреационная зона (участки активного отдыха); особо охраняемая зона (недоступные участки) и т.д.

В ходе реализации проекта составлена программа фондрайзинга и спланирована рекламная компания, издан рекламный буклет «Экологические маршруты Чарышского района» МЭА «Планета»

Учитывая уникальность Чарышского района можно отметить, что он может стать важнейшим центром развития транспортного туризма, в том числе в рамках проекта «Золотое кольцо Алтая» когда в маршрут могут быть включены Алтайские территории 4 стран: Китая, Казахстана, России и Монголии.

В заключение следует отметить, что с развитием инфраструктуры туризма в регионе необходима разработка целостной системы природоохранных мероприятий, включая программу экологического образования и просвещения населения, позволяющих обеспечить устойчивое развитие природных территорий.

#### Библиографический список

1. Высшее экологическое образование в Сибири: опыт инноваций: Сборник научных трудов, материалов МЭБО (1999-2002). Новосибирск: Изд. НГПУ, 2003.-216 с.
2. Кварталов В.А. Туризм: Учебник.- М.: Финансы и статистика, 2000.
3. Красная книга Алтайского края.- Изд-во АГАУ,1998, Т-1.2
4. Чарышский район. Страницы летописи. Барнаул, 2005, 217 с.

## **ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ СВАЛОК ТБО РОССИИ И РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ СВАЛОЧНОГО МЕТАНА\***

**Зайцева Т.Н., Пепеляева Н.П.**

**Научный руководитель: д.т.н., профессор Волынкина Е.П.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Проблема изменения климата стала одной из величайших проблем, стоящих перед человечеством за последние десятилетия. Изменение климата влияет и на человеческие, и на природные системы и может привести к значительным изменениям в использовании ресурсов, производстве и экономической деятельности.

В результате деятельности человека концентрация парниковых газов в атмосфере увеличивается. Так количество  $\text{CO}_2$  в атмосфере неуклонно растет вот уже более века из-за того, что в качестве источника энергии стали широко применяться различные виды ископаемого топлива (уголь и нефть). Кроме того, в атмосферу попадают и другие парниковые газы, метан ( $\text{CH}_4$ ), оксид азота ( $\text{N}_2\text{O}$ ), перфторуглероды (ПФУ), гидрофторуглероды (ГФУ) и гексафторид серы ( $\text{SF}_6$ ). Несмотря на то, что они производятся в меньших объёмах, некоторые из этих газов куда более опасны с точки зрения глобального потепления, чем углекислый газ. Так в соответствии с международными стандартами, выброс в атмосферу  $1\text{ м}^3$  метана по своему «парниковому эффекту» эквивалентен выбросу в атмосферу  $21\text{ м}^3$  диоксида углерода. В качестве решения этой проблемы был принят и подписан 11 декабря 1997 года 159-ю странами Киотский протокол, регулирующий увеличение концентрации парниковых газов поступающих в атмосферу по сравнению с 1990г. Он также послужил стимулом для многих стран в разработке и реализации новых технологий для сокращения поступления парниковых газов в атмосферу.

В России значительным источником поступления парниковых газов в атмосферу являются свалки ТБО. Большинство свалок не отвечают действующим санитарным нормам и являются источником значительного загрязнения окружающей среды. В депонированных ТБО в анаэробных условиях протекают процессы биодеструкции в результате жизнедеятельности микробиологических популяций, происходит образование биогаза. Его выделение происходит на полигоне через 0,5-2 года с момента складирования, постепенно нарастая, и продолжается 10-15 лет, в дальнейшем процесс постепенно замедляется. Известно, что

---

\* Доклад, представленный на конкурсе молодежных проектов Всероссийской олимпиады по экологии

образование биогаза в среднем составляет 2 м<sup>3</sup> на 1т отходов в год, содержащего 40 – 70% метана, 30–60 % диоксида углерода, в заметно меньших концентрациях содержатся сероводород, аммиак, оксид углерода, оксиды азота и примеси органического состава. Отсутствия организованной системы отвода свалочного газа из тела свалки может привести к его накоплению и созданию взрывоопасных ситуаций, стихийное возникновение возгораний биогаза на объекте захоронения несет серьезную экологическую опасность, обусловленную образованием и выбросом в атмосферу летучих высокотоксичных химических соединений.

С целью оценки свалочного газа впервые в России выполнена инвентаризация свалок ТБО и создана база данных, включающая: наименование свалки, местоположение, год начала эксплуатации, год закрытия или планируемого закрытия, размеры (площадь, высота или глубина), наличие/отсутствие природоохранных сооружений, объем и масса ежегодно размещаемых отходов, объем и масса накопленных отходов, владелец свалки и его контактная информация, расчетная оценка количества образующего свалочного газа и метана. Информация для ее создания получена из официальных источников. Созданная база данных является максимально полной на сегодняшний день и включает 866 свалок, в том числе на территории Центрального ФО – 292, Северо-Западного ФО – 74, Южного ФО – 41, Приволжского ФО – 148, Уральского ФО – 171, Сибирского ФО – 107, Дальне-Восточного - 33. Общее количество отходов, размещаемых на представленных в базе данных свалках, составляет 24,6 млн. т в год. Количество накопленных отходов на учтенных свалках составляет 354 млн. т, что составляет 85% от общего количества образующихся отходов в России. На основании собранной информации выполнено ранжирование свалок по площади, количеству поступающих и количеству накопленных отходов. В результате ранжирования выявлены наиболее крупные свалки, которые могут быть первоочередными кандидатами для реализации проектов по извлечению метана.

На основе полученных данных выполнена предварительная оценка образования свалочного газа и метана по каждой свалке. Расчеты были выполнены на основе подхода, предложенного научно-производственным центром «Эксперт». Результаты расчетов показали, что общий объем свалочного газа на учтенных свалках составил 1715 млн.м<sup>3</sup> в год, метана – 858 млн.м<sup>3</sup> в год. Наибольшие объемы метана – от 9 до 30 млн. м<sup>3</sup> в год (1027 – 3424 м<sup>3</sup>/ч) - образуются на 19 самых крупных свалках с объемом поступающих отходов более 250 тыс.т. Известно, что свалочный метан экономически целесообразно использовать в качестве энергоносителя для получения тепловой и/или электрической энергии при образовании 600-800 м<sup>3</sup>/ч. Установлено, что потенциалом более 600 м<sup>3</sup>/ч метана обладают 34 свалки. Таким образом, проведенный анализ показал, что российские свалки обладают значительным потенциалом свалочного метана.

В последние годы в России распространяется тенденция закрытия

старых свалок и открытия новых полигонов, выполненных по проекту. В связи с этим, целесообразно организовать извлечение метана на закрывающихся свалках и начать практику проектирования систем дегазации на новых полигонах.

В настоящее время в г. Новокузнецке запущен в эксплуатацию новый полигон ТБО, расположенный в районе п. Кругленькое. На площадке общей площадью 55,3 га, для складирования ТБО отведена площадь – 52,4 га, складирование отходов осуществляется от всех районов города. Поступающий на полигон мусор проходит несколько стадий: сортировку, прессование и затем складирование. Разработана технологическая схема извлечения, подготовки и использования биогаза, образующегося на полигоне ТБО г. Новокузнецка. Установка по извлечению и подготовки биогаза расположится на первой очереди складирования полигона ТБО, она охватывает 11,52 га (95%) территории. Установка состоит из 18 вертикальных скважин, которые постепенно наращиваются по мере заполнения рабочей карты складирования. Наращивание скважин осуществляют после покрытия отходов изолирующим слоем грунта 0,15м. Скважины связаны вместе горизонтальными трубами, по которым образующийся биогаз под действием разряжения, создаваемого вентилятором, перекачивается в газгольдер для усреднения химического состава и сглаживания неравномерности его выхода, что приводит к улучшению последующего горения биогаза. Производительность установки составляет 983,77 м<sup>3</sup>/час или 8617,81 тыс.м<sup>3</sup>/год в период максимального образования биогаза. После удаления паров воды и усреднения химического состава он представляет собой горючий газ с низшей теплотой сгорания 17923,50 кДж/м<sup>3</sup>.

Извлекаемый биогаз с полигона ТБО г. Новокузнецка предложено использовать в качестве топлива для производства электрической и тепловой энергии на собственные нужды полигона в когенераторе Tedom Quanto C1000 SP ВЮ. При работе установки на 100% мощности расход извлекаемого биогаза составляет 591,89 м<sup>3</sup>/час. Электрическая мощность вырабатываемая когенератором – 1091,13 кВт·час и тепловая – 1177,43 кВт·час.

Выполненные экономические расчеты показывают, что инвестиционный проект по извлечению и утилизации биогаза в условиях полигона ТБО г. Новокузнецка является эффективным и экономически целесообразным. Себестоимость биогаза после удаления влаги и усреднения химического состава составляет 1,02 руб./м<sup>3</sup>, что на 50% ниже стоимости природного газа, при капитальных затратах на установку по его извлечению 9,7 млн. руб. Суммарный экономический эффект составляет 5827 тыс.руб./год в том числе доход от продажи углеродных квот – 5103 тыс.руб./год, предотвращенный экологический ущерб от загрязнения атмосферы – 724 тыс.руб/год.

Таким образом, значительное снижение эмиссии метана в атмосферу

приносит существенную пользу не только в экологическом контексте, но также дает возможность получить дополнительный местный энергоресурс и экономическую выгоду. После извлечения биогаза земельный участок может быть использован для посадки деревьев и создания парка. При этом зона отчуждения может быть уменьшена с 1000 м до 500 м и использована для застройки жилыми домами.

УДК 628.3

## **ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ ВОДЫ\***

**Морозова В.В.**

**Научный руководитель: Шандарова Е.Б.**

*Томский политехнический университет, Электротехнический институт  
г. Томск*

В настоящее время и в ближайшей перспективе одной из актуальных проблем человечества является охрана окружающей среды, ее обеззараживание от различных вирусов, микроорганизмов и бактерий.

В современных условиях источники централизованного водоснабжения подвергаются интенсивному загрязнению, и качество воды во многих регионах России неудовлетворительно. Технологические процессы и методы очистки сточных вод также не всегда обеспечивают необходимую степень очистки. Это в полной мере относится к обеззараживанию воды - главному барьеру при распространении эпидемиологических заболеваний.

Поэтому в сфере водоснабжения и водоотведения одной из важнейших задач является совершенствование технологий и внедрение новых эффективных методов обеззараживания природных и сточных вод.

В этих условиях считается весьма актуальным метод обеззараживания воды ультрафиолетовым излучением.

Цель работы – проведение оценки применения УФ – технологии для обеззараживания воды.

Ультрафиолетовое излучение (УФ) является компонентом электромагнитного спектра и расположено между рентгеновскими лучами и видимым светом. Длина волны УФ от 200 до 400 нм. УФ-излучение с длиной волны 254 нм является наиболее эффективным при дезактивации бактерий, хотя вся длина волны между 200 и 320 нм более эффективна. Принципом дезинфекции является разрушение генетического ядра клетки, это обусловлено фотохимическими реакциями, в результате которых происходят

---

\* Доклад, представленный на конкурсе молодежных проектов Всероссийской олимпиады по экологии

необратимые повреждения ДНК и РНК. Помимо нуклеиновых кислот ультрафиолет действует и на другие структуры микроорганизмов, что вызывает, в конечном итоге, их гибель.

Современные технологии позволяют с высокой эффективностью преобразовывать электрическую энергию в бактерицидный ультрафиолет и целенаправленно использовать для обеззараживания. УФ облучение удачно сочетает в себе высокую эффективность воздействия на различные микроорганизмы, отсутствие образования побочных продуктов и безопасность эксплуатации. Поэтому популярность метода УФ облучения для обеззараживания воды и других сред постоянно растет.

Несмотря на все плюсы применения УФ – технологии для обеззараживания воды, в России более широкое распространение получило хлорирование. Недостатки хлора состоят в том, что в сочетании с гуминовыми кислотами, он образует канцерогенные вещества. При использовании хлора всегда существует возможность передозировки. При достижении максимально допустимой концентрации возникает опасность для человеческого организма. Хлор является неблагоприятным элементом для окружающей среды, и известно, что некоторые виды бактерий не реагируют на его присутствие. Однако, хлорирование требует очень низких первоначальных затрат, что для многих людей считается наиважнейшим преимуществом.

Альтернативные хлорированию способы, такие как диоксид хлора ( $\text{ClO}_2$ ), озонирование и фильтрационные технологии тоже применяются, но они имеют свои недостатки.  $\text{ClO}_2$  является опасным в производстве и хранении, и для работы с ним необходим хорошо обученный персонал для обеспечения точного дозирования. Недостатком озона является возможность образования канцерогенных компонентов в комбинации с бромом. Как результат процесса дезинфекции образуются ассимилированные окисленные компоненты, которые являются идеальной пищей для бактерий и могут создать бактериологический рост, поэтому озон часто используют в комбинации с УФ-излучением. Так как озон является очень дорогой технологией, он применяется только в ситуациях, где другие технологии не могут гарантировать качественный процесс дезинфекции [4].

Активированный уголь широко используется в фильтрационных системах, но конструкция большинства фильтрационных систем является идеальной средой для микробиологического загрязнения.

Хотя все вышеперечисленные технологии считаются самостоятельными методами дезинфекции, они могут быть использованы и в комбинации с УФ или в дополнение к УФ.

Также УФ может применяться как альтернатива вышеизложенным методам обеззараживания. Ультрафиолетовая дезинфекция воды успешно используется на протяжении многих лет без каких-либо негативных отзывов. Из всех существующих методов дезинфекции воды УФ излучение считается одним из наиболее эффективных, экономичных, быстрых и безопасных.

Обслуживание УФ-установок не требует высокой квалификации сотрудников и специального обслуживающего персонала.

В нашей стране УФ-излучение применяется в комбинации с хлорированием воды. Многолетняя эксплуатация очистных сооружений большой производительности с использованием УФ-излучения подтверждает техническую возможность сокращения доз применяемого хлора и снижения содержания в питьевой воде хлорорганических соединений при высоком эффекте обеззараживания. Внедрение УФ-метода позволяет полностью исключить использование хлора при обеззараживании сточных вод.

Исходя из экономических соображений, УФ оборудование рациональнее располагать в конце очистных сооружений, чтобы облучению подвергалась вода, имеющая максимальную прозрачность для УФ лучей [3]. УФ облучение на заключительном этапе водоподготовки обеспечивает надежное обеззараживание по всем показателям, в том числе и в отношении вирусов и возбудителей паразитарных заболеваний (цисты, лямблий и криптоспоридий).

В результате аналитических исследований проведен сравнительный анализ существующих методов обеззараживания окружающей среды и сделаны следующие выводы:

1. Ультрафиолет может применяться как альтернатива традиционным методам обеззараживания, но наиболее эффективно его применение в комбинации с ними, в частности для уменьшения хлорирования воды и повышения качества дезинфекции.

2. УФ-излучение является одним из наиболее эффективных, экономичных, быстрых и безопасных.

3. Основными преимуществами УФ-дезинфекции являются: высокая эффективность; низкие капитальные и эксплуатационные затраты; безопасность для окружающей среды; невозможность передозировки; отсутствие токсических компонентов.

#### Библиографический список

1. Онищенко Г.Г. Эффективное обеззараживание воды - основа профилактики инфекционных заболеваний// Водоснабжение и санитарная техника. 2005. №12. с. 8-12

2. Костюченко С. В. УФ-излучение для обеззараживания питьевой воды из поверхностных источников//Водоснабжение и санитарная техника. 2000. №2. с. 12-16

3. НПО «ЛИТ» [Электронный ресурс].- Режим доступа: <http://www.pro.lit.ru/>

4. Ecowater system [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.ecofilter.com.ua/water/uf.htm>

5. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.revivion.ru/info/100/>



## ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРОДА ТОМСКА

Карева О.А.

Научный руководитель: д. г.-м., профессор Мананков А.В.

*Томский государственный архитектурно-строительный университет  
г. Томск*

Проблема качества городской среды г. Томска имеет давнюю историю, которая включает ряд последовательных этапов: дореволюционный, индустриализации, Великой Отечественной Войны, послевоенных пятилеток и, начиная с 1992 года, инновационно-рыночный этап. В настоящее время Томск активно строится, развивается, появляются новые районы. В планировании градостроительной деятельности необходимо, наряду с разработками, например, карты-схемы опасных экзогенных процессов, радоноопасности, мелкоблочного геологического строения территории, применять весь комплекс методов, включая ГИС-технологии [1].

Целью данной работы является изучение особенности состава приземной атмосферы, ландшафтной архитектуры и геологической среды (геодинамические и радиогеохимические особенности) и их совместное воздействие на комфортность и здоровье населения.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Сбор фактического материала по стационарным постам, перекресткам, детским площадкам по основным и специфическим загрязнителям г. Томска в течение 2004 – 2007 годов.

2. Проведение расчета среднегодовых мощностей машинопотоков по автомагистралям в соответствующие объемы основных и специфических загрязняющих веществ.

3. Составление атомогеохимических, радиогеохимических и геодинамических карт зонирования территории с использованием программы ArcGis и Arcvie.

4. Уточнение карты мелкоблокового геотектонического строения территории г. Томска и анализ влияния техногенных (градостроительная ландшафтная архитектура, промышленность, автотранспорт) и природных (геоморфология, геодинамика, метеоусловия территории города) факторов на динамику загрязнения приземной атмосферы и здоровья населения.

На территории города действует 13186 стационарных источников выбросов в атмосферу. Однако основная масса загрязняющих веществ связана с автотранспортом. Мощность потоков автотранспорта на проблемных дорогах достигает 57 тыс. автомобилей в сутки. На долю автотранспорта приходится уже более 80% валовых выбросов [4].

Для изучения режимов движения на транспортной сети Северного и Южного округов в 2006 году, кафедрой «Автомобильные дороги» в ТГАСУ были назначены 450 постов учета интенсивности и состава движения.

Наблюдения реализованы в утренние, дневные и вечерние часы, в будние дни и в выходные. Обследованными оказались 140 наиболее загруженных магистралей г. Томска. Группы автотранспорта и их потоки нами пересчитаны по методике «Определение выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов», утвержденной приказом Госкомэкологии России № 66 от 16 февраля 1999 года.

Расчет мощности машинопотоков в объемы загрязняющих веществ на магистралях города позволил выявить наиболее загрязненные улицы.

Полученные значения среднегодовых концентраций по основным и специфическим загрязнителям наложены на геоморфологическую карту и карту с современной топоосновой. Обработка проведена с помощью программ ArcView и ArcGis. Получены новые сведения о влиянии основных загрязнителей, поступающих от передвижных источников, на районы города (рис. 1– 4).

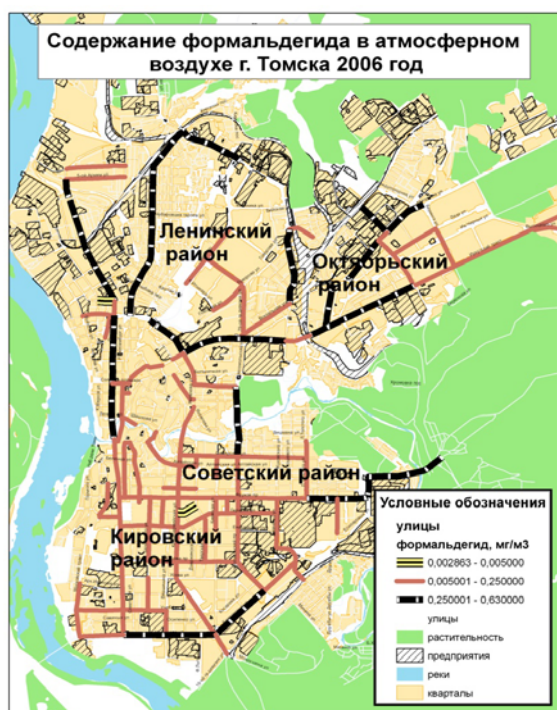


Рисунок 1 – Содержание формальдегида в атмосферном воздухе г. Томска 2006 го



Рисунок 2 – Содержание бензапирена в атмосферном воздухе г. Томска 2006 год

Выделяется три района с особо загрязненными магистралями это северо-западная часть города, северо-восточная и южная его части (улицы Нахимова и Елизаровых). Нельзя не отметить, что практически на всех магистралях города (в результате расчета) содержание основных и специфических поллютантов превышают ПДК во много раз (от  $n \cdot 10$  до  $n \cdot 100$ ).

Следует отметить, что более сильное загрязнение атмосферы

наблюдается при антициклонах, сопровождающихся слабыми ветрами, отсутствием осадков, ростом давления. Практически во всех районах города концентрации пыли и формальдегида превышают ПДК более чем в разы. Такая ситуация объясняется тем, что улично-дорожная сеть города в основном сложилась в прошлом, когда количество автотранспорта было в несколько раз меньше.

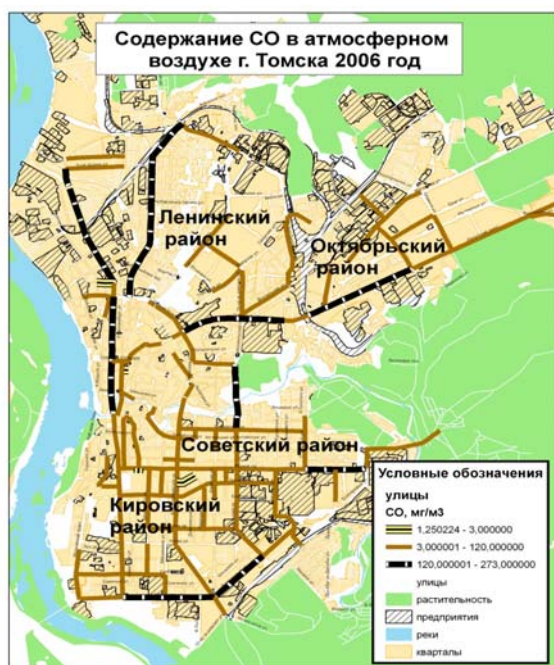


Рисунок 3 – Содержание СО в атмосферном воздухе г. Томска 2006 год



Рисунок 4 – Содержание NO<sub>2</sub> в атмосферном воздухе г. Томска 2006 год

Подавляющее большинство улиц города узкие, с большим количеством поворотов и регулируемых перекрестков, поэтому их пропускная способность не высока.

Город Томск, как и Рим, находится на 7 холмах. Геоморфологические особенности территории существенно влияют на распределение ЗВ, создавая свои геохимические барьеры.

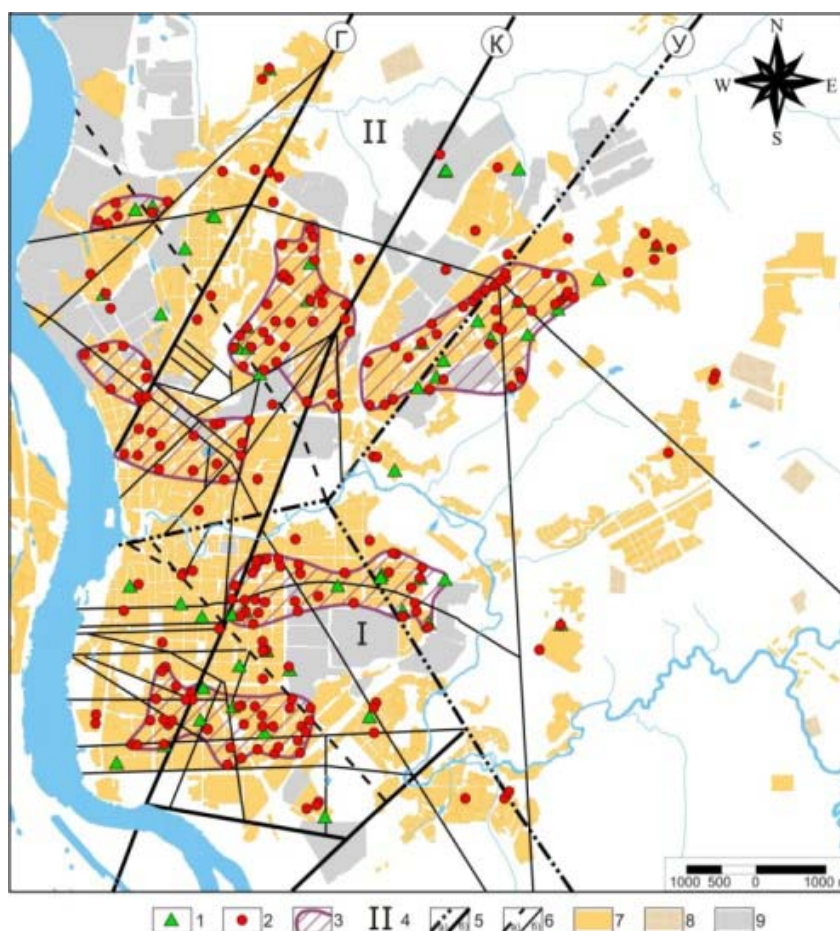
Возвышенные холмистые части: Верхняя Елань, Юрточная гора, Воскресенская гора, Каштак, при прочих равных условиях (структура города, этажность, количество предприятий) как правило, оказываются более чистыми.

Между холмами - в болотисто-низменных участках (Нижняя Елань, Уржатка, Кирпичи) происходит накопление концентраций ЗВ за счет инверсионных процессов в атмосфере. Однако они застроены преимущественно двухэтажными деревянными домами, что способствует выносу поллютантов. На детской площадке по пр. Кирова, 37 (Нижняя Елань) в 2007 году концентрация по формальдегиду превышена в 10 раз, в 2006 и в 2005 году на том же месте в 7 раз. По ул. Никитина, 26 в 2007 году в

7 раз.

На территории г. Томска находится 19216 зданий с различным уровнем этажности от 1 до 14. Из них 92 % составляют строения до 3 этажей и 8 % - здания от 4 до 14 этажей. Г. Томск возник более 400 лет назад, поэтому такой разброс в соотношении этажности логичен. Здания этажностью более 3 в основном находятся в северо-западной и южной его частях. Эти же части города наиболее загрязнены по результатам обозначенным ранее. Промышленная зона и наиболее загруженные магистрали окружены высотками, препятствующими выносу ЗВ.

Анализ и сравнение геодинамической структуры территории г. Томска с очагами аварийности на дорогах города (по данным ГИБДД по ДТП) и картой пространственного распределения зафиксированных пороков развития новорожденных позволил выявить четкую связь (рис. 5).



1-2 адреса зафиксированных пороков: 1 – врожденные пороки сердца, 2 – врожденные пороки развития; 3 - зоны высокой концентрации случаев пороков развития; 4 – тектонические блоки первого порядка: I – Южный, II – Северный; 5 – разрывные нарушения первого: а – (У – Ушайкинский), б – (Г - Городской, К – Конининский); 6 – прочие разрывные нарушения: а – второго порядка, б – третьего порядка; 7-9 – кварталы городской застройки: 7 – жилые плотно застроенные, 8 – жилые редко застроенные, 9 – промышленные.

Рисунок 5 – Карта мелкоблочного строения и детской патологии

В районе иркутского такта за 2008 год, зафиксировано 84 ДТП. В этом же районе выделяется участок высокой концентрации случаев пороков развития. Следует отметить, что на данном участке проходит Ушайкинский разлом первого порядка с опережающими зонами. В воздухе замечено превышение ПДК основными поллютантами. ИЗА<sub>4</sub> равен 8,18 и 7,88 за 2004 и 2007 гг. соответственно, небольшое снижение индекса предположительно вызвано влиянием высотного строения на вынос поллютантов воздушными потоками.

Пр. Фрунзе располагается на опережающих разрывных нарушениях Кониинского разлома, что очевидно способствует выходу родников и ювенильных газов. Превышение концентрации основных исследуемых загрязнителей составляет 5-16 раз. Поэтому проспект является очагом ДТП (за год 31 столкновение) и к нему приурочено максимальное количество зафиксированных пороков развития новорожденных.

Следующим участком высокой концентрации случаев пороков развития можно выделить район между улицей Красноармейской и пр. Ленина. Он приурочен к южному окончанию Кониинского разлома.

На пересечении улиц Красноармейская – Усова и Красноармейская – Учебная было совершено 30 и 19 столкновений автотранспорта соответственно.

Район Каштака, как и предыдущий участок, приурочен к Каниинскому разлому, но в северной его части. В этом районе сосредоточены очаги пороков развития младенцев. Рассматривая очаги аварийности можно сказать, что зафиксированных нарушений значительно меньше, по сравнению с рассматриваемыми ранее участками. Пр. Мира – ул. Интернационалистов – 25 столкновений, пр. Мира - ул. К. Ильмера – 18 столкновений.

Обращаясь к основным загрязнителям, отметим, что присутствует превышение ПДК по диоксиду азота и формальдегиду, что следует предположить вызвано автотранспортом.

Окончание пр. Ленина располагается на южной части Городского разлома первого порядка с опережающими зонами, что способствует выходу родников и ювенильных газов. Опираясь на геологическое строение территории и данные по загрязнению атмосферного воздуха исследуемого объекта [3]. Можно сделать вывод о том, что северная часть пр. Ленина обоснованно стала очагом развития пороков развития новорожденных.

Томск можно отнести к территории с зонами биологического дискомфорта [2], природа которых пока не имеет однозначного объяснения. Эти зоны связаны с неоднородностями в строении земной коры по вертикали – зоны повышенной проницаемости и напряжений (тектонические разломы) и трассируемые ими подземные и наземные водотоки (современные и погребенные реки, многочисленные родники и эманации радона). По своему отрицательному воздействию на биологические системы эти зоны выделяются как ГПЗ (геопатогенные зоны).

Полученные данные могут быть использованы в соответствии с требованиями Градостроительного кодекса Российской Федерации и нормативных документов для комплексной оценки экологической емкости территории города, ее кадастровой оценки и выборе стратегических критериев градостроительства.

#### Библиографический список

1. Мананков А.В. Динамика антропогенных факторов на примере экологических изменений территории г. Томска / А.В. Мананков, В.П. Парначев / Вопросы географии Сибири. Вып. 23 / Под ред. А. М. Малолетко и В.С. Хромых. Томск, 1999. – 388 с.

2. Сапожников Ю.А. Радиоактивность окружающей среды. Теория и практика. / Ю.А. Сапожников, Р.А. Алиев, С.Н. Калмыков. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006 – 286 с. : ил. – (методы в химии).

3. Сафонова Е.В. К проблемам градостроительства, оптимизированным по геодинамическим и радиогеоэкологическим критериям/ Е.В. Сафонова, А.В. Мананков // Международный год планеты Земля: проблемы геологии, инженерной геологии и гидрогеологии: материалы научной конференции/ Томский гос. архит.-строит ун-т.- Томск, 2008. – С. 144-148.

4. Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2007 году гл. редактор А.М. Адам, редкол.: В.А. Коняшкин, С.Н. Воробьев; Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Том. обл., ОГУ «Облкомприрода» Администрации Том. обл. – Томск: Графика, 2008 – С. 21-28.

УДК 622.271 (075.8)

## ЛУННЫЕ ЛАНДШАФТЫ КУЗБАССА

**Козловский А.В.**

**Научный руководитель: Сёмина И.С.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

По данным Общественной палаты Кемеровской области, сегодня в Кузбассе на поверхность извлекается более миллиарда тонн породы, с увеличением объемов добычи угля площадь отвалов отработанных пород к 2020 году увеличится на 20% и достигнет 120-150 тысяч га.

По разным оценкам, количество нарушенных земель в Кемеровской области колеблется от 62 тысяч га до 100 тысяч га. Как пояснил на общественных слушаниях, состоявшихся в конце ноября при Общественной палате Кемеровской области, заместитель директора Института угля и углехимии СО РАН, д.т.н. Евгений Счастливец, такое расхождение в

данных из-за того, что официальная статистика учитывает только видимые нарушенные земли. По мнению ученых, в Кузбассе нарушенных земель гораздо больше, так как при добыче угля подземным способом происходит деформация поверхности, которая взгляду обычно не видна. Исследования института показали, что на таких территориях урожайность зерновых падает на 25-30, хотя нарушенными они не считаются. При пологом и открытом впадении к нарушенным землям относят только промплощадку шахты, а это сотая часть действительно поврежденных территорий. По исследованиям института, общий объем нарушенного горного пространства земных недр превышает 150 миллиардов кубических метров горных пород. Это ров шириной один километр и глубиной 100 метров от Кемерово до Белова. Гигантские объемы горных пород, которые пришли в движение и изменили свои физические параметры. С высоты Кузбасс можно назвать лунным ландшафтом.

В Кемеровской области не ведется учет нарушенных земель по категориям и нет научно разработанной методики по сбору первичной информации. Данные о количестве нарушенных земель берутся у самих предприятий. Поэтому реальная ситуация по нарушенным землям пока скрыта.

К рекультивации нарушенных земель относят комплекс горных, мелиоративных, сельскохозяйственных и гидротехнических работ по восстановлению продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель определенной целевой направленности, а также на улучшение условий окружающей среды

Ученые Кузбасса отмечают, что рекультивация ведется в Кузбассе не только медленно, но и не всегда теми способами, которые необходимы. Из всех направлений рекультивации в большинстве районов Кемеровской области приоритет отдается лесохозяйственному направлению, как менее трудоемкому, но, к сожалению, не позволяющему в короткий временной период восстановить основные почвенные и экологические функции нарушенной почвы. В большинстве случаев темпы рекультивации несоизмеримо отстают от объемов нарушения земель, а применяемые технологии рекультивации имеют низкий уровень наукоемкости и экологической эффективности, не позволяющей значительно снизить негативное влияние техногенных ландшафтов на прилегающие территории. При таких темпах на рекультивацию имеющихся нарушенных земель потребуется около 70 лет. Также отрекультивированные территории имеют низкую экологическую эффективность.

Для улучшения экологической обстановки в Кузбассе представляется целесообразным проведение исследований в регионе рекультивации по трем направлениям: повышение эффективности существующих систем управления природопользованием в качестве окружающей среды, осуществление мониторинга нарушенных земель, улучшение качества технической и биологической рекультивации. При этом под улучшением

качества рекультивации подразумевается применение перспективных способов организации финансирования данных мероприятий и их практическая реализация.

Учитывая масштабы деградации и нарушения почвенного покрова, проблема сохранения и восстановления почв должна решаться не только посредством работ, связанных с рекультивацией земель, а в комплексе с проведением работ по сбору достоверной информации о состоянии почвенного покрова и его возможных неблагоприятных изменениях во времени (мониторинг рекультивируемых земель). Необходимо создание областного центра по восстановлению почвенного покрова.

Кроме того, необходимо продолжать разработку методов диагностики почв, искать новые технологические приемы рекультивации.

Необходимо уделить особое внимание на то, что стратегически наиболее важными местными ресурсами рекультивации являются субэральные лессовидные суглинки, которые считаются потенциально плодородными породами, и так называемый плодородный слой почвы. Однако при существующих технологиях на угольных разрезах эти ресурсы полностью губятся. Вскрышные породы представленные лессовидными суглинками, при отвалообразовании смешиваются с вмещающими породами.

Результаты анализов литологических и почвенных материалов по кемеровской области показывают, что запасы покровных суглинков в регионе очень большие. Например, в лесостепной зоне лессовидных суглинков занимают по площади не менее 80 % территории и отсутствуют только на контурах со слаборазвитыми щебнистыми, болотными и пойменными почвами. Мощность лессовидных суглинков на указанных участках территории составляют от 4 до 10 м, иногда и более. Можно считать, что запасы потенциально плодородных пород, пригодных для использования в экологически высокоэффективных технологиях рекультивации, в районе достаточны и даже избыточны. Но в настоящее время этот высокоценный природный ресурс на угольных разрезах при рекультивации нарушенных земель не используется. Если бы местные литогенные природные ресурсы рекультивации не гибли при существующей неселективной системе отвалообразования, то перспективы рекультивации в Кузбассе выглядели совсем по-другому. На всей территории можно реализовать проекты с почвенно-экологической и хозяйственной эффективностью не менее 65 % КПП (при существующих значениях не более 30 %).

Целесообразно разрабатывать новые схемы открытой добычи угля, которые включают внутрикарьерное отвалообразование по селективной технологии, при которой указанные выше потенциально плодородные породы и материал плодородного слоя почв могут складироваться отдельно от вмещающих бесплодных пород, что тем самым приведёт к увеличению экологического эффекта рекультивационных работ в регионе.

Важно отметить создания на территории разреза образцовый полигон,



благодаря которому стало бы всем руководителям предприятий очевидно, что качественная рекультивация земель возможна и необходима для улучшения экологической обстановки в Кузбассе.

#### Библиографический список

1. Рекультивация нарушенных земель в Сибири: Сборник научных трудов / Под. Ред. А.Н. Куприянова. Кемерово: ИНТ, 2006. Выпуск 2. 148 с.
2. Томаков П.И., Коваленко В.С., Михайлов А.М., Калашников А.Т. Экология и охрана природы при открытых горных работах. М.: Издательство Московского государственного горного университета. – 1994. – 418 с.: ил.
3. Экологические проблемы Кемеровской области 2008: информационное издание. Вып. 5-6 / ГУК Кемеровская областная научная библиотека им. В. Д. Федорова; отделение краеведческих информационных ресурсов; ред.-сост. А.А. Макобок, автор аннот. Е.В. Бейлина, техн. ред. А.А. Политаева. – Кемерово. - 2009. – 59 с.

### III. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

УДК 622.831:.622.27

#### ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ БЕЗОПАСНОЙ И ЭФФЕКТИВНОЙ ОТРАБОТКИ СЛЕПЫХ РУДНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ НА ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ГОРНОЙ ШОРИИ И ХАКАСИИ

**Шеховцова В.О.**

**Научные руководители: к.т.н., доцент Лобанова Т.В.**

**д.т.н., профессор Шеховцов В.С.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В практике разработки рудных месторождений имеются многочисленные примеры отработки слепых рудных тел на рудниках Урала, Алтая, Дальнего Востока, Горной Шории и Хакасии (Россия), Кривого рога (Украина), Лениногорского полиметаллического комбината (Казахстан) [1].

Безопасность отработки слепых рудных тел требует или ликвидации пустот, возникающих при выемке полезного ископаемого, или определения критериев устойчивости налегающей толщи с целью принятия соответствующих мер безопасности. Ликвидация пустот требует значительных капитальных затрат, порой превосходящих затраты на добычу полезного ископаемого, поэтому задачей исследования является предрасчет устойчивости налегающей толщи.

С увеличением глубины горных работ удельный вес слепых рудных залежей возрастает, причем они имеют значительные размеры, а также появляются сближенные тела, которые разделены прослоем пустых пород. В связи с этим обоснование безопасных параметров при отработке слепых рудных тел на глубоких горизонтах является актуальным.

Расчет устойчивости обнажений производится по методу «эквивалентных пролетов», по критическим деформациям и по критическому напряжению [2].

Критерием устойчивости по методу «эквивалентных пролетов» является условие

$$l_{\text{экв}} \leq H_{\text{экв}}, \quad (1)$$

где  $l_{\text{экв}}$  – эквивалентный по устойчивости пролет выработки неограниченной длины;  $H_{\text{экв}}$  – приведенная к условиям монолитного массива глубина залегания.

В условиях отработки сближенных рудных тел эквивалентная глубина залегания определяется по формуле

$$H_{\text{экв}} = (1 - K_n) \times (1 - K_{\text{осл}}) \times H_3 . \quad (2)$$

Коэффициент потери устойчивости  $K_n$  определяется по формуле

$$K_n = 0,84 + 0,01 \times N - 0,0002 \times N^2 , \quad (3)$$

Где  $N$  – средневзвешенное значение выхода керна, %.

Коэффициенты ослабления ( $K_{\text{осл}}$ ) в зонах деформирования, установленные из обобщения параметров деформирования горных пород на железорудных месторождениях Горной Шории и Хакасии, составляют:

зона обрушения .....  $K_1 = 0,8$ ;  
 зона трещин .....  $K_2 = 0,45$ ;  
 зона опасных сдвижений.....  $K_3 = 0,15$ .

При отработке изолированных рудных тел  $K_{\text{осл}}$  не учитывается и выражение (2) имеет вид

$$H_{\text{экв}} = (1 - K_n) \times H_3 , \quad (4)$$

Устойчивость подработанной толщи по критическим деформациям обеспечивается при соблюдении условия

$$q < q_r , \quad (5)$$

где  $q$  – относительная предельная (граничная) деформация, соответствующая устойчивому обнажению;  $q_r$  – относительная деформация подрабатываемой толщи, определяемая по формуле

$$q_r = \frac{1}{1 + \left( \frac{H_{\text{ЭКВ}}}{L_{\text{ЭКВ}}} \right)^f} , \quad (6)$$

где  $f$  – коэффициент крепости пород по М.М. Протодьяконову.

Состояние подработанного массива определяется следующими граничными условиями:

$q < 0,001$  – устойчивое обнажение;  
 $q = (0,001 - 0,04)$  – предельно устойчивое обнажение;  
 $q > 0,04$  – полное обрушение налегающей толщи.

Критерием устойчивости обнажений по критическим напряжениям является условие

$$K_n < K_r , \quad (7)$$

где  $K_r$  – коэффициент граничной несущей способности

$$K_r = 0,66 \pm 0,08 . \quad (8)$$

При  $K_n < 0,58$  – устойчивое состояние пород в обнажении;  
 $K_n = (0,58 - 0,74)$  – предельно устойчивое состояние обнажения;

$K_n > 0,74$  – неустойчивое состояние обнажения, при котором произойдет обрушение.

Для предельно устойчивых и неустойчивых обнажений над выработками выпуска предусматривается предохранительная подушка, которая может быть образована оставлением части отбитой руды или принудительным обрушением вмещающих пород (определяется проектом). Расчет толщины предохранительной подушки производится по условию частичного обрушения в объеме свода естественного равновесия.

Минимально необходимую толщину предохранительной подушки рекомендуется определять по формуле [1, 2]

$$h_{\text{П}} = \frac{K_{\text{П.П}}}{1 + K_{\text{П.П}} \times \left[1 - \frac{1}{K_p}\right]} \times H_{\text{ВП}}, \quad (9)$$

где  $K_{\text{П.П}}$  – коэффициент пропорциональности толщины предохранительной подушки, равной высоте обрушающихся пород;  $K_p$  – коэффициент разрыхления пород в очистном пространстве;  $H_{\text{ВП}}$  – высота выработанного пространства, м (принимается от уровня подсечки до кровли выработанного пространства для первого этажа и от уровня предохранительной подушки до кровли выработанного пространства для последующих этажей).

Для предварительных (прогнозных) расчетов коэффициент пропорциональности рекомендуется принимать равным ( $K_{\text{П.П}} = 0,3-0,5$ ) при выемке первых двух этажей, а коэффициент разрыхления ( $K_p = 1,35$ ).

Кроме оценки устойчивости обнажений и создания предохранительной подушки безопасная отработка слепых рудных залежей включает возведение перемычек и создание завалов для изоляции пустот, а также мер контроля за состоянием массива, толщиной предохранительной подушки.

На эффективность отработки слепых рудных залежей существенное влияние оказывает уровень потерь и разубоживания.

При выемке слепых рудных залежей потери слагаются из:

- неотбитой руды в маломощных и удаленных от границ блоков рудных линз, запасы которых определяются непосредственным подсчетом по графическим материалам проекта;
- неотбитой руды на сложных (извилистых) контактах с вмещающей породой;
- отбитой руды, оставляемой в предохранительной подушке и выработках выпуска с целью безопасного производства горных работ от ударных нагрузок самообрушающихся пород кровли выработанного пространства и воздушных ударов.

Разубоживание руды слагается из:

- внутрирудных прослоев и присечек вмещающих пород из-за сложных (извилистых) контактов на границе «руда – вмещающая порода» (конструктивное разубоживание);

– отслоений пустых пород с бортов и кровли выработанного пространства (на рудниках Горной Шории принимается в пределах 1-2 % от конструктивного разубоживания).

Толщину отслаивания бортов выработанного пространства ( $d_{\text{бор}}$  м) рекомендуется определять на основе теоретических исследований по формуле [3, 4]

$$d_{\text{бор}} = \frac{a}{\left[ \frac{[\sigma_{\text{сж}}]}{0,01K_y H \gamma_{\text{п}}} - 1 \right]}, \quad (10)$$

где  $a$  – полупролет выработанного пространства, м;  $[\sigma_{\text{сж}}]$  – предел прочности горных пород одноосному сжатию в направлении действия силы тяжести пород, МПа;  $K_y$  – коэффициент запаса устойчивости;  $H$  – глубина разработки, м;  $\gamma_{\text{п}}$  – усредненная плотность пород в массиве, т/м<sup>3</sup>.

Толщину отслаивания пород в своде выработанного пространства ( $d_{\text{св}}$ , м) рекомендуется определять по формуле

$$d_{\text{св}} = \frac{0,45a}{\sqrt{\frac{[\sigma_{\text{сж}}]}{0,01K_y h_{\text{св}} \gamma_{\text{п}}}}}, \quad (11)$$

где  $h_{\text{св}}$  – высота свода, м.

Для однородного сложения пород (элементарные блоки в вертикальном и горизонтальном направлениях имеют одинаковые размеры и равнопрочны) высота свода определяется по выражению

$$h_{\text{св}} = \frac{a}{2}, \quad (12)$$

Коэффициент запаса устойчивости  $K_y$  рекомендуется принимать на основе оценки устойчивости обнажений выработанного пространства слепых рудных тел согласно инструкции [2]

$$K_y = \frac{0,66 [\sigma_{\text{сж}}]}{\sigma}, \quad (13)$$

где  $\sigma$  – величина действующего в массиве напряжения, МПа.

Среднее значение величины напряжения на рудниках Горной Шории и Хакасии определяется по выражению

$$\sigma = 4,2\gamma_{\text{п}}H. \quad (14)$$

Объем отслаивания породы с бортов и кровли выработанного пространства ( $V_{\text{отс}}$ , м<sup>3</sup>) определяется по формуле

$$V_{\text{отс}} = \left\{ 2d_{\text{бор}} \times H + \frac{\pi}{4} [(1,384B + d_{\text{св}})^2 - (1,384B)^2] \right\} L, \quad (15)$$

где  $B$ ,  $L$  – соответственно ширина и длина выработанного пространства, м.

Расчеты по изложенной методике для условий участка «Новый Шерегеш» Шерегешского рудника в этаже 185-255 м показали удовлетворительную сходимость результатов с фактическими данными отработки слепых рудных залежей и изложенный метод рекомендуется при отработке нижележащих этажей и на других рудниках с аналогичными горно-геологическими условиями.

Направлением дальнейших исследований является использование метода конечных элементов (МКЭ) для обоснования технологии и порядка отработки слепых рудных залежей.

### **Выводы**

1. Проект на отработку слепого рудного тела должен включать:
  - расчет устойчивости обнажений вмещающих пород;
  - расчет параметров предохранительной подушки и выбор способа ее образования;
  - мероприятия по изоляции выработок, сообщающихся с выработанным пространством;
  - мероприятия по контролю за устойчивостью обнажений и за толщиной предохранительной подушки.
2. Эффективность отработки слепых рудных залежей оценивается научно-обоснованным методом нормирования показателей извлечения и разработкой мер по их повышению.
3. Безопасная и эффективная технология отработки слепых рудных залежей рекомендуется для использования не только на рудниках Горной Шории и Хакасии, но и в аналогичных горно-геологических и горнотехнических условиях.

### **Библиографический список**

1. Именитов В.Р. Локализация пустот при подземной добыче руды [Текст] / В.Р. Именитов, В.Ф. Абрамов, В.В. Попов. – М.: Недра, 1983. – 192 с.
2. Инструкция по условиям безопасной отработки слепых рудных залежей на железорудных месторождениях Горной Шории и Хакасии [Текст]: ВостНИГРИ / Сост.: В.А. Квочин, Т.В. Лобанова, Б.В. Шрепп и др. – Новокузнецк: СибГИУ, 2006. – 58 с.: ил.
3. Ветров С.В. Допустимые размеры обнажений горных пород при подземной разработке руд [Текст] / С.В. Ветров. – М.: Наука, 1975. – 232 с.
4. Шеховцов В.С. Методические указания по нормированию потерь и разубоживания на глубоких горизонтах железорудных месторождений Горной Шории и Хакасии. – Новокузнецк: СибГИУ, 1999. – 56 с.

## **АНАЛИЗ ПУТЕЙ ИССЛЕДОВАНИЙ ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОЙ РАЗРАБОТКИ УГЛЕМЕТАНОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

**Климушкина А.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Щербина Г.С.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В угольных пластах большинства бассейнов и месторождений России содержатся колоссальные объёмы метана, находящиеся как в связанном, так и в свободном состоянии. Общие ресурсы метана в угольных месторождениях России составляют более 15 трлн. м<sup>3</sup> (по оценке ВНИГРИуголь, 1990г.). Наибольшее количество ресурсов сосредоточено в Кузбассе – 13 трлн. м<sup>3</sup>. В полях действующих шахт ресурсы метана оцениваются в 212 млрд. м<sup>3</sup>. Средняя метанообильность шахт Кузбасса оценивается в 25 м<sup>3</sup> на 1т добываемого угля, достигая на ряде шахт 60-80 м<sup>3</sup>/т, а на отдельных особо метанообильных шахтах превышает эти величины в 1,5-2 раза.

Участившиеся случаи взрыва метана в шахтах стали трагическим сопровождением шахтной угледобычи. С увеличением глубины разработки возрастает их метаноносность и, следовательно, вероятность скопления метана в шахтных выработках.

Истоки проблемы извлечения и использования метана как энергоносителя, обладающего теплотворной способностью почти в два раза больше, чем антрацит, совпадают с началом промышленной шахтной разработки. Наибольшие успехи в извлечении и утилизации угольного метана характерны для США. По оценке Минресурсов США запасы угольного метана составляют примерно 8,5 трл. нм<sup>3</sup>. В Кузбассе возможная суммарная производительность всех дегазационных установок составляет 350-400 млн. м<sup>3</sup> в год, а фактически извлекается около 230 млн. м<sup>3</sup> метана в год.

Средствами дегазации, применяемыми на шахтах России, извлекается менее 10-15% общего объёма выделяющегося метана. Вследствие малого объёма дегазационных работ и недостаточной эффективности схем дегазации на многих газообильных шахтах России сохраняется газовый барьер, препятствующий достижению высоких скоростей проведения выработок и больших нагрузок на очистные забои.

Сложность энергетического использования шахтного метана обусловлена, с одной стороны, большими колебаниями его концентрации в системе предварительной дегазации и, с другой стороны, низкой его концентрацией в вентиляционной струе, т.к. для безопасной работы требуется содержание метана не более 1%, для чего в шахту необходимо подавать большое количество воздуха, а угольные шахты предпочитают

выбрасывать метан в атмосферу, ведь главная задача заключается во взрывобезопасной эксплуатации шахты.

Изменение структуры электропотребления шахт в зависимости от газообильности было исследовано в Кузбасском государственном техническом университете и в ИГД им. А.А. Скочинского [1]. В результате анализа структуры электропотребления, т.е. распределения количества потреблённой электроэнергии по отдельным звеньям технологического процесса добычи угля было показано, что с ростом газообильности от 1 до  $25\text{ м}^3/\text{т}$  удельный вес расхода электроэнергии на проветривание постоянно увеличивается, достигая значения примерно 55-72% при газообильности, равной  $25\text{ м}^3/\text{т}$ . в то время, как доля относительного потребления электроэнергии на подземную добычу и транспорт угля уменьшается с 32 до 12%. Таким образом, затраты электроэнергии на проветривание подземных горных выработок и забоев в существенной мере определяют электропотребление шахты.

Шахтная дегазация метанугольных месторождений направлена в первую очередь на обеспечение безопасности их разработок, поэтому затраты на её реализацию относят к себестоимости добываемого угля. В настоящее время дегазация в Кузбассе применяется на 42 из 74 шахт, что составляет 56% от общего числа. На шахтах Кузбасса проложено более 130 км дегазационных трубопроводов.

Таким образом, метан рассматривается с одной стороны как источник взрывоопасности работ, а с другой – как источник энергии, имеющий высокую теплотворную способность. Но, однако, существует и другой взгляд на метан, кардинально отличающийся от давно сложившихся и повсеместно ставшим общепринятым понятиям и воззрениям.

В результате обзора научно-технической литературы и патентного поиска были обнаружены идеи, которые превратили понятие метана из взрывоопасного газа в обитаемую среду в шахте. В патенте России №2282034 предложен способ проветривания газовых угольных шахт.

Суть способа заключается в том, что в газовую шахту принудительно подают газовую смесь, состоящую из кислорода, азота и метана в пропорциях, исключающих возникновение взрывоопасных концентраций, которую после выдачи из шахты направляют на газоподготовительно-разделительную станцию, где метановоздушную смесь (МВС) разделяют на два потока, при этом один из них направляют к потребителю, а другой после корректирования параметров долевого содержания кислорода, азота и метана в пропорциях, исключающих возникновение взрывоопасных концентраций, подают в шахту.

Ходот В.В. [2] и Диденко Н.С. [3] считают, что обеднение воздуха кислородом до 14-15% приемлемо для жизнедеятельности человека, а Килячков А.П. и Брайцев А.В. [4], что негативное воздействие метана на человека проявляется только, начиная с 50-80 % в виде определённых явлений.



В связи с этим для решения проблемы дефицита концентрации кислорода для обслуживающего персонала целесообразно воспользоваться технологией индивидуального обогащения вдыхаемой смеси кислородом, разработанной фирмой «Panasonic» и успешно реализованной в кондиционерах, оснащенных кислородными мембранами. Во время работы с одной из сторон мембраны создаётся вакуум, обеспечивая поступление воздуха и его составляющих компонентов кислорода и азота, которые проходят через мембрану, при этом скорость прохождения кислорода через мембрану в 2,5 раза выше скорости прохождения азота. В результате содержание кислорода в воздухе после мембраны увеличивается до 30%, т.е. в 1,5 раза [5].

Персонал шахты оснащают индивидуальными средствами защиты [6] с использованием кислородной мембраны (генератор кислорода «O2 Shower», где роль вакуумного насоса выполняет лёгкий работающий человек). В этом случае, нижний предел содержания кислорода в МВС составит  $18/1,5 = 12\%$ , при этом максимальная концентрация метана составит 40%, т.е. диапазон колебания концентраций метана возможен в пределах 16-40%. Для защиты персонала от метана дыхательный аппарат дополнительно оснащают мембраной с высоким коэффициентом селективности относительно метана (отношение коэффициента проницаемости по кислороду к коэффициенту проницаемости по метану) с величиной, равной 33-38, что практически позволит полностью исключить доступ метана в лёгкие персонала.

Предлагаемая технология решает вопросы безопасности в условиях газовых угольных шахт, исключает выбросы МВС в атмосферу, резко снижает затраты на потребляемую электроэнергию при проветривании шахты, позволяет осуществить утилизацию добываемого метана.

#### Библиографический список

1. Разгильдеев Г.И. Структура энергопотребления и ресурсы энергобережения на шахтах Кузбасса // Уголь №7, 2000, с.48-50.
2. Ходот В.В. Горно – спасательное дело. – М.: Углетехиздат, 1951.
3. Диденко Н.С. Регенеративные респираторы для горно-спасательных работ. – М.: Недра, 1990. с.13
4. Килячков А.П. Горное дело / Брайцев А.В., - М.: Недра, 1989. с.271.
5. Экономический еженедельник «Деньги» №25 (480), - М.: Коммерсант, 2004. с.65-68.
6. Курлов Ю.Я. Фильтрующий самоспасатель. Патент РФ №2290236 // Бюл. №36, 27.12.2006.

## **РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ НА БУНГУРСКОМ УГОЛЬНОМ РАЗРЕЗЕ**

**Крутя А.А.**

**Научный руководитель: доцент Андреев А.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Комплекс рекультивационных работ, направлен на восстановление ценности нарушенных в процессе разработки месторождения земель, а также на улучшение экологических условий района разработки.

В соответствии с «Техническими условиями на рекультивацию земель, нарушенных при проведении открытых горных работ на Бунгурском угольном разрезе» проектом принимается лесохозяйственное направление рекультивации для восстановления нарушенных земель.

Рекультивации подлежат карьерная выемка и отвалы.

Технический этап рекультивации является подготовительным звеном к биологической рекультивации. Основная задача этапа - техническое устройство нарушенной территории, подготовка условий для нормального роста и развития растительности.

Технический этап рекультивации предусматривает выполнение мероприятий по подготовке земель, освобождающихся после отработки месторождения, к последующему целевому использованию.

Мероприятия заключаются в грубой и чистовой планировке поверхности нарушенных земель:

- постановке уступов в устойчивое положение;
- ликвидации последствий осадки отвалов и выполнении противоэрозийных мероприятий;
- строительстве дорог, необходимых для проведения биологического этапа рекультивации.

Мощность плодородного слоя почвы (ПСП) на месторождении составляет 0,3 м.

В процессе эксплуатации разреза ПСП снимается с подлежащих нарушению земель и перемещается в склад ПСП, расположенный в 20 м от южного торца разреза.

Снятие ПСП производится сразу на всю мощность гумусового горизонта бульдозером и погрузчиком. Транспортирование ПСП на склад осуществляется автосамосвалами. Формирование склада предусматривается производить бульдозером Т-20.01. Работы по снятию ПСП и складированию предусматривается проводить по мере вовлечения земель под размещение объектов карьера.

Площадь и объем снимаемого ПСП представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Площадь и объем снимаемого ПСП

Наименование показателей	Площадь, га	Объем, м <sup>3</sup>
Карьерная выемка	29,5	88500
Очистные сооружения	1,8	5400
Водоотводные каналы	2,5	7500
ИТОГО:	33,8	101400

Согласно «Техническим условиям по проектированию рекультивации нарушенных земель на действующих и проектируемых предприятиях угольной промышленности», мощность наносимого ПСП не должна быть менее 0,2м. Настоящим проектом средняя мощность наносимого слоя ПСП принимается равной 0,3 м.

ПСП будет наноситься на горизонтальные поверхности проектных отвалов.

Планировочные работы включают выравнивание поверхности нарушенных земель. Выделяются следующие виды планировки:

– сплошная планировка - выравнивание поверхности с уклонами, допустимыми для механизированного сельскохозяйственного и лесохозяйственного освоения;

– частичная планировка - выборочное выравнивание поверхности, обеспечивающее создание благоприятных условий для целевого использования земель.

Настоящим проектом принимается частичная планировка поверхности. Планировке подлежат горизонтальные поверхности внешнего отвала. Выполаживание откосов отвала производится до 20°.

Площадь земельного отвода на конец отработки составляет 332,7 га. Из них земли, подлежащие рекультивации, составляют 247,7 га.

Распределение площадей приведено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение площадей, га

Наименование объекта	Общая площадь	Подлежащие рекультивации			Подлежащие затоплению	Не подлежащие рекультивации
		Горизонтальные поверхности (подлежат планировке)	Наклонные поверхности (подлежат планировке)	Откосы отвалов уступов		
Карьерная выемка	80,9	4,4		22,7	61,9	1,7
Западный отвал	87,3	57,1	35,0	2,3		4,6
Восточный отвал	49,1	44,1	7,2	10,1		2,1
Южный отвал	19,6	1,9	21,9			

Продолжение таблицы 2

Наименование объекта	Общая площадь	Подлежащие рекультивации			Подлежащие затоплению	Не подлежащие рекультивации
		Горизонтальные поверхности (подлежат планировке)	Наклонные поверхности (подлежат планировке)	Откосы отвалов уступов		
Технологические автодороги	5,5					5,5
Очистные сооружения	1,8			1,8		
Склад ПСП	3,5	3,5				
<b>Всего земель</b>	<b>247,7</b>	<b>111</b>	<b>64,1</b>	<b>36,9</b>	<b>61,9</b>	<b>13,9</b>

При выполнении рекультивации проектом предусмотрены мероприятия по регулированию водного стока. Предусмотрен перехват и отвод с рекультивируемых земель.

Отвод вод с площадей рекультивированных отвалов исключает сброс воды в непроточные водоемы и бессточные понижения, подверженные заболачиванию.

На прилегающей к бортам разреза территории, на расстоянии не менее 50 м, должны быть засыпаны впадины, трещины, размывы, бездействующие канавы, а поверхность спланирована и озеленена.

Не допускается оставление на бермах изолированных впадин, в которых может скапливаться и застаиваться вода.

В связи с тем, что все вскрышные породы разреза являются потенциально пригодными, селективной укладки при планировании поверхности не предусматривается.

Потенциально плодородные породы разреза, используемые для рекультивации, характеризуются благоприятными физическими и химическими свойствами.

Принятая система разработки, технологические схемы ведения горных работ, параметры отвалообразования, а также расположение транспортных, энергетических и других коммуникаций благоприятствуют эффективному проведению рекультивационных работ.

Сложившееся к моменту ликвидации участка положение горных работ предопределило использование при выколаживании откосов бульдозеров Б-10, Т-25.01 и САТ-DIOR.

Выколаживание откосов и площадок предполагается осуществлять с одновременной выемкой и засыпкой, за счет чего достигается наименьший объем работ и упрощается их организация.

Также, для проведения технического этапа рекультивации, а в дальнейшем и для биологического, необходимо строительство автодорог, обеспечивающих доступ ко всем рекультивируемым землям. Общая длина автодорог составит 1,25 км.

По периметру участка производится формирование породного вала высотой не менее 2,5 м. Породный вал является ограждением от случайного проникновения в горную выемку животных, а также снегозадерживающим и противоэрозионным сооружением, что очень важно для накопления влаги и первоначального закрепления и развития растений.

В соответствии с ГОСТом 17.5.1.02-85, остаточная карьерная выемка разреза относится к глубоким (глубина 100-120 м).

По характеру обводнения (увлажнения) карьерная выемка разреза относится к влажной.

Карьерную выемку предусматривается оставить под самозатопление до горизонта +383 м.

Направление использования карьерной выемки предопределило состав работ технического этапа рекультивации. Основные операции:

– формирование слоя, закрывающего выход угольного пласта (экранирующего слоя) - не менее 1,0 м;

– формирование породного вала по периметру участка высотой не менее 2,5 м. Породный вал является снегозадерживающим и противоэрозионным сооружением, что очень важно для накопления влаги и первоначального закрепления и развития растений.

В настоящем проекте при погашении горных работ предусмотрены изменения в технологической схеме горных работ, направленные на создание благоприятных условий для последующей рекультивации остаточной карьерной выемки, а именно:

1. Выходы угольных пластов на дне разреза изолируются глинами и суглинками. Экранирование выходов угольных пластов предусматривается выполнять в период окончания отработки. Экранирующий слой по выходу пласта предусматривается формировать слоями по 0,5 м с общим превышением экрана над выходом пласта не менее 1,0 м;

2. Невыположенные и неподсыпанные откосы высоких уступов на наиболее опасных участках (крутых поворотах, в местах предполагаемых обрушений, оползней и т.д.) огораживаются. В качестве ограждающего материала можно использовать породные валы, негабаритные куски породы, укладываемые вдоль откоса уступа, на расстоянии 3 м от его бровки;

3. Бермы на уступах планируются, на них убирается крупноглыбистый материал, навалы породы. При планировке берм избыточная порода не сбрасывается с уступа, а распределяется в форме вала вдоль откоса выполаживаемого уступа на расстоянии 1,0-1,5 м от его нижней бровки, высота вала - 0,8-1,0 м.

При нарушении земель происходит изменение ландшафта, разрушается почвенный покров, усиливаются эрозионные процессы, загрязняется воздушный и водный бассейны, исчезает биологическое разнообразие.

Согласно официальной статистике Управления Федерального агентства кадастра объектов недвижимости Кемеровской области, на 1

января 2006 года в Кузбассе имеется 62 783 га нарушенных земель, основная часть которых находится в густонаселенных: Прокопьевском, Новокузнецком и Беловском районах области.

Направление и скорость экогенеза техногенных ландшафтов зависят от видового состава и продуктивности фитоценозов. В естественных условиях этот процесс зависит от естественных угодий, обеспечивающих семенами обработанные земли.

Целью биологической рекультивации является создание на рекультивируемых землях растительного покрова ограничивающего зарастание нарушенных земель вредной растительностью и возвращение земель в безопасное для окружающей природной среды состояние.

На биологическом этапе решаются задачи: рационального использования биоклиматического потенциала, получения продуктивных насаждений, воспроизводства природного плодородия почвы, оптимизации ее воздушного и гидротермического режимов, улучшения баланса питательных веществ без отрицательного воздействия на компоненты ландшафта.

Для этих целей выполняется комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на возобновление флоры и фауны, включающий посев смеси многолетних трав насыщенной почвоулучшающими культурами. Предусматриваемые мероприятия направлены на улучшение экосистем, создание наиболее благоприятных условий для культурных и естественных биоценозов.

На рекультивируемой территории наряду с культурными видами восстанавливаются природные экосистемы, представляющие собой угодья, препятствующие возникновению и развитию водной и ветровой эрозии, деградации земель. Такие угодья являются местом обитания полезной фауны, нередко на них появляются редкие и исчезающие виды растений и животных. В результате биологической рекультивации земель обеспечивается экологический баланс ландшафта и создаются условия для повышения почвенного плодородия.

Район проектирования расположен в пределах почвенного округа островной лесостепи и лесостепи Кузнецкой Котловины. В структуре почвенного покрова преобладают оподзоленные и выщелоченные черноземы, занимающие 68% пашни. По содержанию гумуса почвы отличаются высокой гумусированностью. Большая часть угодий характеризуется высоким (> 6%) и очень высоким (> 10%) содержанием гумуса в пахотном слое почвы.

Пахотные земли имеют близкую к нейтральной степень кислотности, высокое содержание обменного калия, повышенное содержание подвижного фосфора. Почвы богаты обменными формами кальция и магния, подвижными формами марганца. Повсеместно в почвах отмечается низкое содержание подвижных форм меди.

Рекультивация нарушенных земель на Бунгурском угольном разрезе осуществляется для лесохозяйственных целей.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ В ГЕОМЕХАНИКЕ ПРИ ОСВОЕНИИ НОВЫХ УГОЛЬНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КУЗБАССА**

**Корнев Е.С.**

**Научный руководитель: д.т.н, профессор Павлова Л.Д.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Рыночные требования повышения рентабельности горнодобывающего предприятия приводят к необходимости освоения новых месторождений, залегающих в условиях, благоприятных для отработки по высокоинтенсивным технологиям.

Как правило, степень разведанности этих месторождений недостаточна для принятия проектных решений о проектах строительства горнодобывающего предприятия. Недостаток исходной информации приводит к ошибкам при проектировании, корректировке проектной документации и потере инвестиций за счёт проведения новых выработок, закупке нового оборудования и т.д.

Такие явления возникают вследствие того, что проектные организации пользуются нормативно-методическими документами, разработанными в прошлом веке. Практически прекратилась практика проведения предпроектных научных исследований, результаты которых обеспечивают повышение надёжности и качества проектных решений.

В настоящей работе предлагается возобновить практику проведения предпроектных исследований на базе современных достижений геоинформационных технологий и численных методов моделирования технологических, газодинамических и геомеханических процессов.

Для решения указанных задач наукой созданы все предпосылки, методы, алгоритмы и программное обеспечение. Сущность задачи состоит в том, что в связи с интенсивным освоением минерально-сырьевых ресурсов Земли в прошедшем столетии, приведшим к исчерпанию сравнительно легко доступных запасов богатой по содержанию полезных ископаемых самой верхней части земной коры, во всем мире наметилась устойчивая тенденция к переходу добычи полезных ископаемых на большие глубины, что сопровождается как ухудшением горнотехнических условий отработки месторождений, так и активным проявлением горного давления. Большую актуальность и значимость в этом аспекте имеет крупная научно-техническая проблема создания безопасных условий отработки месторождений полезных ископаемых на больших глубинах [1].

Общепризнано, что научными основами геотехнологий являются фундаментальные знания о геомеханических и физических процессах в породах вокруг подземных выработок, протекающих из-за нарушения

исходного состояния горных массивов образующимися полостями. Как показывают многочисленные натурные эксперименты, на характер и особенности протекания этих процессов вокруг подземных выработок большое влияние оказывают блоковые структуры массивов, геотектоника и сейсмичность регионов.

В настоящее время в механике горных пород, геофизике, сейсмологии, как у нас в стране, так и за рубежом для решения широкого круга задач большое распространение получили модели механики сплошных сред в рамках динамической или статической теории упругости. На базе этих теорий построены методологические основы обработки и интерпретации, как сейсмологической информации, так и сейсмических данных в разведочной геофизике и горной геомеханике. Соответствующая идеология заложена и в существующие системы мониторинга природных и техногенных катастроф, а также используется при создании измерительно-вычислительных комплексов и оборудования.

В последние годы придается большое значение изучению современного напряженного состояния земной коры и всей литосферы, и соответствующие исследования ведутся в международном масштабе [2].

Существуют три основных метода определения знака и ориентировки напряжений в земной коре:

- метод определения характера смещений в очагах землетрясений (сейсмофокальный механизм);
- изучение ориентировки и знака перемещений по геологическим индикаторам – сколовым трещинам, штрихам и бороздам на зеркалах скольжения и др.;
- изучение напряженного состояния пород в буровых скважинах и горных выработках (штольнях, шахтах).

Для определения фокальных механизмов землетрясений необходимо иметь данные регистрации соответствующего землетрясения на нескольких сейсмостанциях, находящихся на разных азимутальных направлениях от эпицентра землетрясения. На сейсмограммах, записанных на этих станциях, следует обратить внимание на знак первых вступлений продольных волн. Если первое колебание направлено вверх, это означает, что первой ступени пришла волна сжатия, если вниз – волна растяжения. Используются стереограммы, очаг землетрясения помещается в центре, а проходящие через него модальные (узловые) плоскости разграничивают области вступления волн сжатия и растяжения. По ним может быть определено положение главных осей напряжения в очаге землетрясения. Их ориентировка относительно горизонтальной плоскости позволяет распознать характер смещения в очаге: сдвиги, взбросы, сбросы. При более сложных смещениях главные оси напряжения не совпадают с горизонтальным и вертикальным направлениями, что отражается на стереограммах. В каждом случае выбор одной из двух плоскостей максимальных касательных напряжений как поверхности разрывного смещения возможен только с учетом



дополнительных геологических данных.

Следующая группа методов основана на использовании геологических индикаторов. Эта группа включает три метода (Л.А. Сим). Один из них – анализ ориентировки сопряженных сколовых трещин – был предложен М.В. Гзовским. Условиями получения правильных результатов при применении этого метода являются наличие следов перемещений по трещинам и использование лишь одновозрастных систем. При соблюдении этих условий положение оси сжатия определяется по биссектрисе острого угла между сколовыми трещинами, оси растяжения – по биссектрисе тупого угла, а промежуточной оси – по линии пересечения трещин.

Второй метод, называемый кинематическим, он наиболее полно разработан в России О.И. Гуценко, а за рубежом – французским геологом Ж. Анжелье. В этом методе изучаются штрихи и борозды, наблюдаемые на зеркалах скольжения, образующихся при сдвиговых смещениях, ориентированных, как правило, вдоль вектора касательных напряжений. Некоторую трудность вызывает, однако, однозначное определение направления перемещения по плоскости сместителя. Для решения этой альтернативы необходимо привлечение других геологических данных. В связи с этим предпочтение следует отдавать изучению смещений по региональным разрывам, по которым имеется наиболее полная геологическая информация (данные картирования).

Третий метод – структурно-парагенетический, или комплексный. Он использует две категории индикаторов тектонических напряжений: минерализованные жилы, дайки магматических пород; плоскости расщепления, кливажа, сколовые трещины, стилолитовые швы. Условиями правильного применения метода являются одновозрастность изучаемых индикаторов и принадлежность их к структурным ансамблям одного ранга.

Индикаторы первой категории позволяют, по данным Л.А. Сим, уверенно находить положение оси растяжения и менее уверенно – оси сжатия. Индикаторы второй категории, напротив, дают возможность более точно определять ось сжатия, чем ось растяжения.

Для изучения напряженного состояния пород в горных выработках используются трехмерные измерения в образцах этих пород, изолированных от окружающего их объема. В России такие исследования проводились на Кольском полуострове и на Урале.

Таким образом, изучение напряженного состояния земной коры и литосферы удачно дополняет материалы регистрации современных тектонических движений и дает возможность получить более полную картину современной тектонической активности и геодинамики.

Несмотря на обилие результатов, тем не менее, нельзя утверждать, что большое количество материалов в различных изданиях с достаточной полнотой покрывают как практические потребности в области наук о Земле, так и создают надежную теоретическую базу для перспективных

исследований.

Серьезный повод к пересмотру сложившихся взглядов и отношения к физическому эксперименту в науках о Земле и сейсмике, в частности, дают важные геомеханические результаты и открытия последних десятилетий, свидетельствующие о большой роли нелинейности в поведении геоматериалов и массивов горных пород. Крупные достижения здесь имеются в ИГД СО РАН, ИГФ СО РАН, ИВМиМГ СО РАН, ИФЗ РАН, ИДГ РАН, ИПКОН РАН, ВНИМИ и в ряде других научных организаций нашей страны, выполнивших большой комплекс натурных исследований по изучению особенностей проявления горного давления при отработке месторождений полезных ископаемых на больших глубинах, а также реакции горных пород на виброволновые и взрывные воздействия.

Современное состояние численных методов решения задач геомеханики позволяет учесть все основные факторы, влияющие на напряженное состояние массива горных пород, вызванное разработкой месторождений полезных ископаемых. К их числу относится порядок отработки месторождения, т.е. последовательность образования и заполнения закладочным материалом или обрушенными породами очистных пространств [3].

Результаты проведенного анализа подтверждают, что на стадии предпроектных исследований, используя только данные геологических отчетов, можно проводить прогноз параметров технологических, газодинамических, и геомеханических процессов с использованием численных методов.

Для этого автором проведена адаптация алгоритмов и пакета компьютерных программ [4] к условиям угольных шахт Кузбасса. Изучено влияние глубины разработки на величины оседаний пород кровли до первого её обрушения над очистным выработанным пространством.

Исходные данные и условия задачи следующие: пологий угольный пласт мощностью 2,4 м отработан на площади 10000 м<sup>2</sup>, длина лавы принята 200 м, расстояние от монтажной камеры до очистного забоя – 50 м. Кровля пласта представлена переслаиванием аргиллитов, алевролитов и песчаников. Глубина разработки в вариантах задачи принята равной 200, 400, 600, 800 м.

По результатам решения задачи получены вертикальные и горизонтальные смещения, дополнительные и полные напряжения и деформации. На рисунке 1, в качестве примера, показаны изолинии вертикальных смещений пород кровли. Максимальные смещения при глубине  $H=200$  м составили 46 мм, а при глубине  $H=800$  м – 129 мм.

Смещения для статической задачи, то есть без учёта скорости движения забоя, распределяются симметрично относительно осей выработанного пространства. Графики распределения смещений, напряжений и деформаций позволяют установить необходимые параметры крепи подготовительных выработок и секций механизированной крепи для разных глубин разработки.

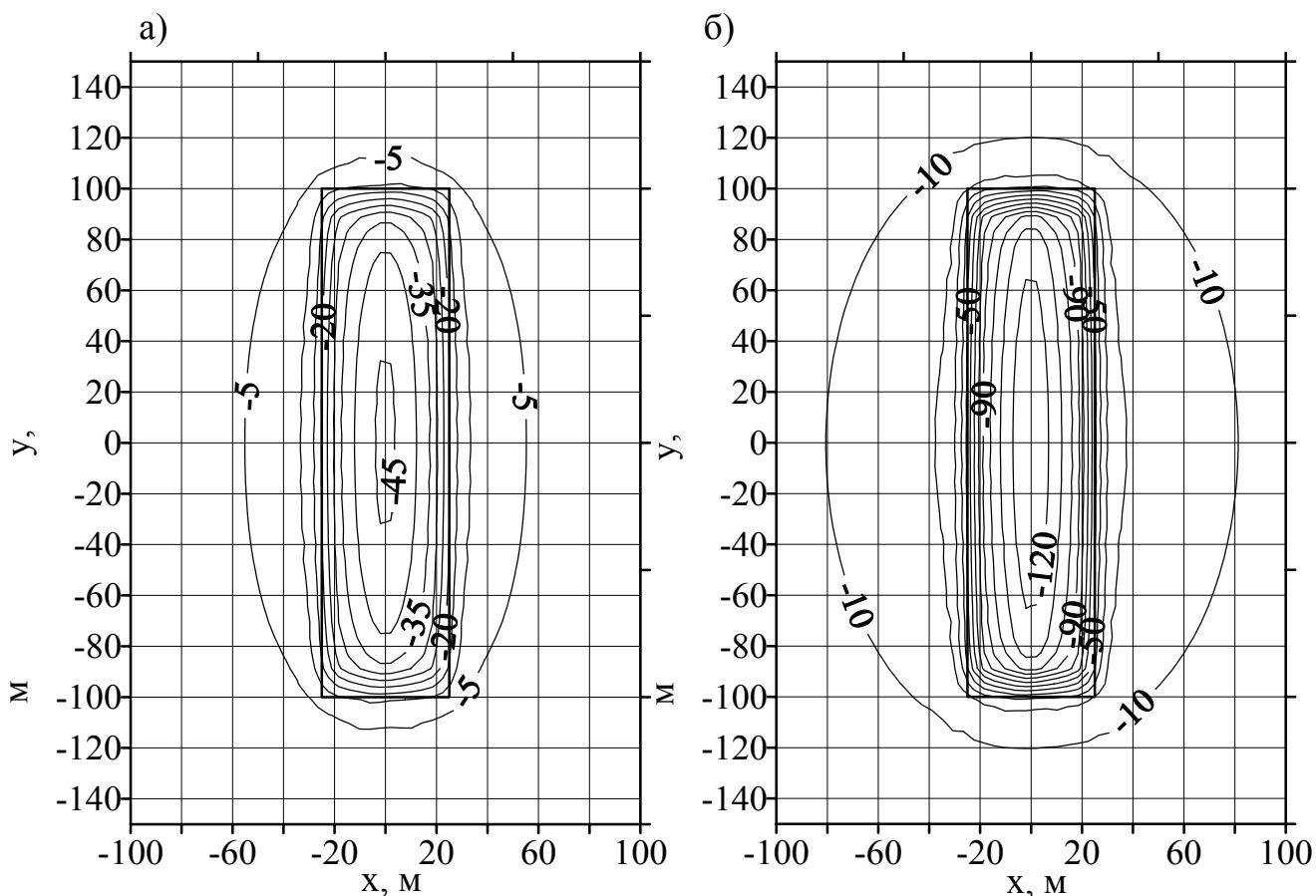


Рисунок 6 – График распределения вертикальных смещений пород кровли (мм): а) глубина разработки  $H=200$  м; б) глубина разработки  $H=800$  м

Согласно графику рисунка 2 зависимость максимальных оседаний пород кровли от глубины разработки выражается уравнением вида  $y=58,5\ln(x)-267,2$ .

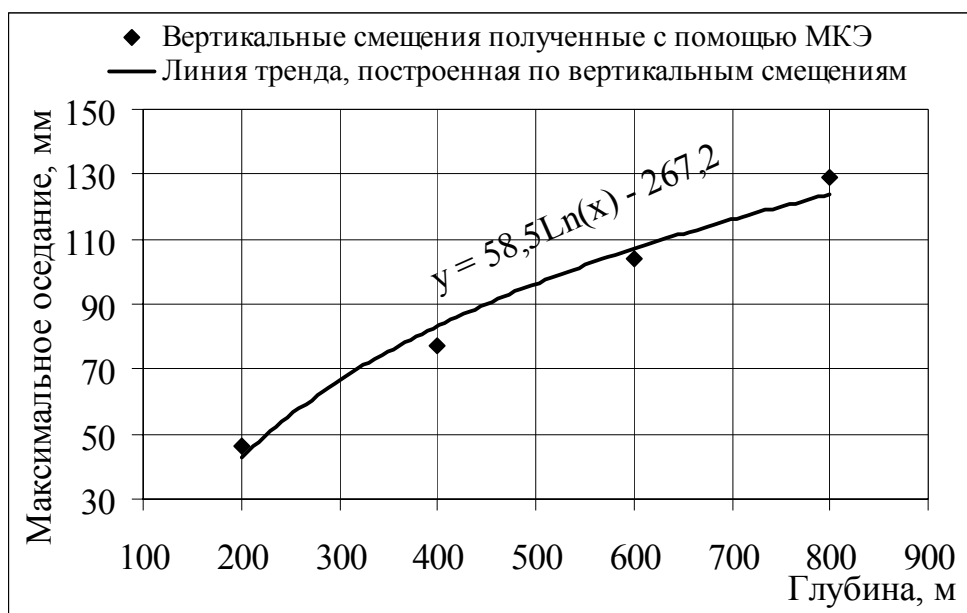


Рисунок 7 – Зависимость максимальных оседаний пород кровли (мм) от глубины разработки

Методика оценки геомеханического состояния углепородного массива рекомендуется для выбора типов и конструкций крепи, способов и схем расположения подготовительных выработок, определения минимальной ширины устойчивых угольных целиков.

#### Библиографический список

1. Курленя М.В. Современные проблемы нелинейной геомеханики / М.В. Курленя, В.Н. Опарин // Геодинамика и напряжённое состояние недр Земли: Труды международной конференции / Новосибирск: Издательство сибирского отделения РАН, 1999. - С. 5-19
2. Хаин В.Е. Геотектоника с основами геодинамики / В.Е. Хаин, М.Г. Ломизе. - М., КДУ, 2005 г., 560 с.
3. Серяков В.М. Реализация новых постановок задач механики горных пород / В.М. Серяков, А.В. Серяков // Проблемы и перспективы развития горных наук: Труды международной конференции / Новосибирск: Институт горного дела СО РАН, 2005. – Т. I. С. 273-277.
4. Свидетельство об отраслевой регистрации разработки 6605. Расчет параметров объемного геомеханического состояния слоистого массива горных пород при отработке свиты пологих или наклонных угольных пластов / Л.Д. Павлова, В.Н. Фрянов, Сиб. гос. индустр. ун-т. - №ГР 50200601363; дата регистр. 14.07.2006.

УДК 622.271.323

### **ФОРМИРОВАНИЕ ОТВАЛА В ВЫРАБОТАННОМ ПРОСТРАНСТВЕ КАРЬЕРА «ЛЕВОБОЕРЕЖНАЯ СУХАРИНКА»**

**Караваев Д.А.**

**Научный руководитель: доцент Андреев А.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

#### **1. Краткая гидрогеологическая характеристика карьера «Левобережная Сухаринка»**

Обводненность описываемого района Сухаринского месторождения обусловлена в основном степенью трещиноватости пород, связанной с тектоническими и контактовыми зонами и глубиной выветривания коренных пород. Коэффициенты фильтрации пород колеблются от 0,001-0,05 м/сут. – в слаботрещинчатых, слабовыветрелых породах до 0,08-2,0 м/сут. – в тектонических и контактовых зонах. Расчетное значение коэффициента фильтрации для расчетов водопритоков принято равным 0,04 м/сут.

При заполнении котлована карьера «Левобережная Сухаринка» породами вскрыши Кедровского карьера будет происходить вытеснение объема имеющейся воды в карьере и при достижении уровня воды в

котловане выше прогнозного (350,0м), вода начинает дренировать в «сухие» вмещающие породы. Для предотвращения перетекания воды через край карьера, интенсивность заполнения породами вскрыши ( $Q_P$ ) и количество атмосферных осадков ( $Q_A$ ) не должны превышать расчетного объема воды, дренирующей во вмещающие породы карьера «Левобережный» ( $Q_B$ ), т.е.  $Q_P + Q_A < Q_B$

Данные для гидрогеологических расчетов следующие.

В настоящее время уровень воды в карьере при стабилизации гидродинамического режима принят равным 350,0 м.абс. Отметка дна карьера составляет 262,0 м.абс. За минимальную отметку края карьера, принято – 400,0 м.абс. (Рисунок 1).

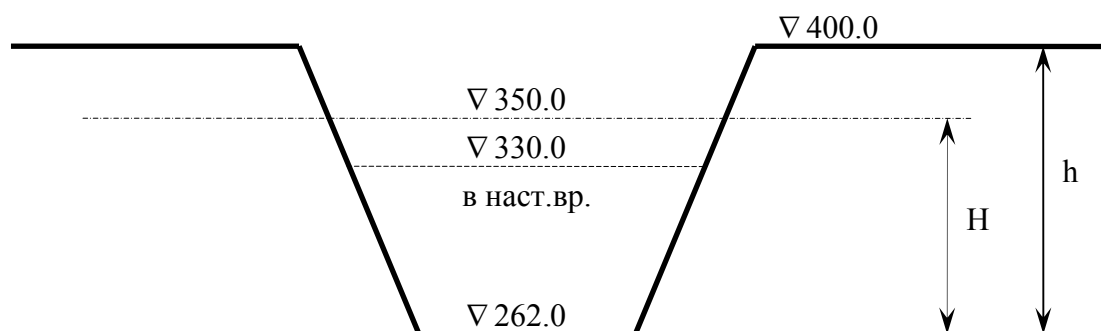


Рисунок 1 – Схема уровней воды в карьере «Левобережная Сухаринка»

Расчетный объем воды, дренирующей во вмещающие породы, определяется по формуле:

$$Q_B = \frac{1,36 * k (h^2 - H^2)}{\lg R - \lg r_0};$$

где  $h$  – высота столба воды в котловане, (138,0м),

$H$  – мощность водоносного горизонта, (88,0м),

$k$  – коэффициент фильтрации, (0,04м/сут.),

$R$  – радиус влияния, (364,0м),

$r$  – приведенный радиус котлована, (175,0м).

$$Q_B = \frac{1,36 * 0,04 (138^2 - 88^2)}{\lg 364 - \lg 175} = 1933 \text{ м}^3 / \text{сут.} = 80 \text{ м}^3 / \text{час.}$$

Расчетное количество атмосферных осадков ( $Q_A$ ) по отчету о геолого-разведочных работах, принято равным  $25 \text{ м}^3 / \text{час}$ .

Таким-образом интенсивность заполнения карьера породами вскрыши ( $Q_P$ ) ориентировочно составляет:

$$Q_B - Q_A = Q_P$$

$$80 - 25 = 55 \text{ м}^3 / \text{час} = 481800 \text{ м}^3 / \text{год.}$$

## 2. Выбор способа засыпки карьера «Левобережная Сухаринка»

Формирование овала карьера «Кедровский» в выработанное пространство карьера «Левобережная Сухаринка» позволит избежать изъятия земель, которые могут в дальнейшем быть востребованы (например для сельскохозяйственных нужд).

Устойчивость бортов карьера «Левобережная Сухаринка».

Согласно представленной Темиртауским рудоуправлением маркшейдерской документации, результирующий угол наклона борта карьера не превышает  $45^\circ$ , а углы наклона откосов уступов не круче  $60^\circ$ .

Исходные данные для расчета устойчивости бортов карьера:

1. Временное сопротивление пород сжатого,  
 $\gamma_{ж} = 966 \text{ кг/см}^2$
2. Средняя плотность пород,  $\gamma = 2,74 \text{ т/м}^3$ ,
3. Коэффициент крепости,  $f = 10 - 12$ ;
4. Угол внутреннего трения пород,  $c = 34^\circ$ ;
5. Высота борта карьера,  $H = 200 \text{ м}$ ;
6. Угол наклона борта карьера,  $\alpha = 45^\circ$ .

Коэффициент сцепления пород в образце определяется по формуле:

$$K = \frac{\gamma_{сж}}{2} \operatorname{tg} \left( 45 - \frac{c}{2} \right) = \frac{966}{2} \operatorname{tg} \left( 45 - \frac{34}{2} \right) = 257 \text{ кг/см}^2 = 2570 \text{ т/м}^2$$

Коэффициент сцепления пород в массиве определяется по формуле:

$$K_M = \frac{K}{I + a \ln \frac{H}{l}} ;$$

где  $a$  – коэффициент, зависящий от прочности пород в образце и характера трещиноватости,  $a = 10$ ;

$l$  – размер элементарного блока,  $l = 0,5$ .

Принимаем нормативный коэффициент запаса устойчивости:

$$\Pi_1 = 1,3$$

$$K_M = \frac{2570}{I + 10 \ln \frac{200}{0,5}} = 42,2 \text{ т/м}^2$$

$$K_{\Pi} = \frac{K_M}{\Pi} = \frac{42,2}{1,3} = 32,5 \text{ т/м}^2$$

$$\rho_n = \operatorname{arc} \frac{\operatorname{tg} \rho}{\Pi} = \operatorname{arc} \frac{\operatorname{tg} 34^\circ}{1,3} = 29^\circ 42'$$

Высота вертикального откоса:

$$H_{90} = \frac{2 * K_{\Pi}}{\gamma} \operatorname{ctg} \left( 45 - \frac{\rho_n}{2} \right) = \frac{2 * 32,5}{2,74} \operatorname{ctg} \left( 45 - \frac{29^{\circ} 42'}{2} \right) = 39,7 \text{ м}$$

Условная высота борта составляет:

$$H' = \frac{H}{H_{90}} = \frac{200}{39,7} = 5 \text{ м}$$

$$\alpha_1 = 54^{\circ}$$

Коэффициент запаса устойчивости:

$$\Pi = \frac{\Pi_1 * \operatorname{tg} \alpha_1}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{1,3 * \operatorname{tg} 54^{\circ}}{\operatorname{tg} 45^{\circ}} = 1,79$$

По заключению С.Ф.ВНИМИ п. 134 от 25.06.86 результирующий угол наклона борта  $45^{\circ}$  при обработке месторождения до гор. 290 м обеспечит его устойчивость с коэффициентом запаса  $\Pi = 1,79$ , при нормативном  $\Pi_1 = 1,3$ .

Согласно приведенным данным состояние бортов карьера позволяет производить работы, связанные с засыпкой карьера. Принимаем транспортную схему отвалообразования с разгрузкой автотранспорта через предохранительный вал непосредственно под откос отвала. Угол откоса отвала принят равным  $35^{\circ}$ , а высота яруса отвала 120 м, полная высота отвала 160 м. Отсыпка отвала производится валовым способом. При этом вода, скопившаяся в карьере до горизонта +330 м, вытесняется в сухие вмещающие породы, расположенные выше горизонта +350 м.

### 3. Мероприятия по засыпке карьера «Левобережная Сухаринка»

Отработка карьера «Левобережная Сухаринка» закончена в 1995 году. Мероприятия по формированию отвала карьера «Кедровский» в выработанном пространстве карьера «Левобережная Сухаринка» предусматривают и последующую рекультивацию поверхности карьера.

Для засыпки отработанного пространства используются вскрышные породы карьера «Кедровский», который расположен на расстоянии порядка 1000 м по прямой от карьера «Левобережная Сухаринка». Объем породы, необходимый для засыпки карьера, составляет 14413 тыс. м<sup>3</sup> (в отвальном теле) в том числе:

- рыхлая вскрыша – 5244,8 тыс. м<sup>3</sup>;
- скальная вскрыша – 9168,2 тыс. м<sup>3</sup>.

Режим работы по засыпке карьера «Левобережная Сухаринка» принят в соответствии с режимом работы карьера «Кедровский».

Максимальный годовой объем породы по карьере «Кедровский» составляет 1000 тыс. м<sup>3</sup>. Засыпка карьера «Левобережная сухаринка» будет

производиться в течении всего срока существования Кедровского карьера.

Порода транспортируется из карьера в отвал автосамосвалами марки БелАЗ 7547 грузоподъемностью 45тонн.

При бульдозерных работах используется бульдозер марки Т-25.01.К.

Автомобиль разгружается на отвале под откос вне призмы обрушения через предохранительный вал. Высота вала для автосамосвалов БелАЗ 7547 составляет 1метр.

#### **4. Рекомендуемая технология заполнения породами вскрыши карьера «Левобережная Сухаринка»**

При доставке вскрышных пород автомобильным транспортом наиболее целесообразной является организация работ на борту карьера с разгрузкой автомобилей через предохранительный вал непосредственно под откос. Это позволяет существенно сократить объемы бульдозерных работ. Применение такой организации работ возможно лишь при обеспечении устойчивости откоса яруса под нагрузкой, создаваемой автомобилем. Другим фактором, препятствующим применению рассматриваемой схемы, является проявление интенсивных просадочных деформаций на разгрузочных площадках высоких отвальных ярусов (деформаций, связанных с процессом уплотнения пород), возникновение которых обусловлено высоким темпом роста породной нагрузки на откос отвального яруса (т.е. высоким скоростью продвижения фронта яруса).

Максимальная скорость продвижения фронта заполнения карьера ограничивается необходимостью предотвращения образования зоны заколов.

Допустимая скорость продвижения фронта яруса при заполнении карьера вскрышными породами определяется из условия:

$$v = \frac{Q_{сут.} * K_p}{L_y * H} = \frac{2400 * 1,4}{80 * 120} = 0,35 м / сут;$$

где  $Q_{сут.}$  - суточный объем складироваемых пород, м;

$K_p$  - коэффициент разрыхления пород;

$H$  - высота яруса, м;

$L_y$  - длина отвального участка, м.

Для предотвращения образования зоны заколов весь фронт разгрузки разбивается на участки. Отвальных участков на ярусе следует иметь не менее трех (один в работе, два в подготовке), следовательно, длина фронта разгрузки на ярусе должна быть равной:

$$L_{\phi}^{min} = 3 * 80 = 240 м;$$

Учитывая, что на верхнем уступе карьеров имеются заколы и трещины, создающие угрозу внезапного обрушения, разгрузку автомобилей, в начальный период, рекомендуется производить после зачистки борта.



## Мероприятия по безопасному ведению работ на борту карьера

- 1) Разгрузку автомобилей следует производить преимущественно через предохранительный вал под откос.
- 2) Параметры предохранительного вала и разгрузочных площадок при заполнении карьера показаны на рисунке 2.
- 3) Скорость продвижения фронта яруса не должно превышать 0,35 м/сут.
- 4) Минимально допустимая длина фронта разгрузки автомобилей 80м.
- 5) Разгрузку автомобилей различных типов через предохранительный вал под откос следует производить на различных участках.
- 6) Отсыпка породы вдоль фронта разгрузки должна производиться равномерно.
- 7) В рабочей зоне отвала на расстоянии 19м от верхней бровки должен постоянно поддерживаться обратный уклон верхней площадки отвала не менее  $3^\circ$ .

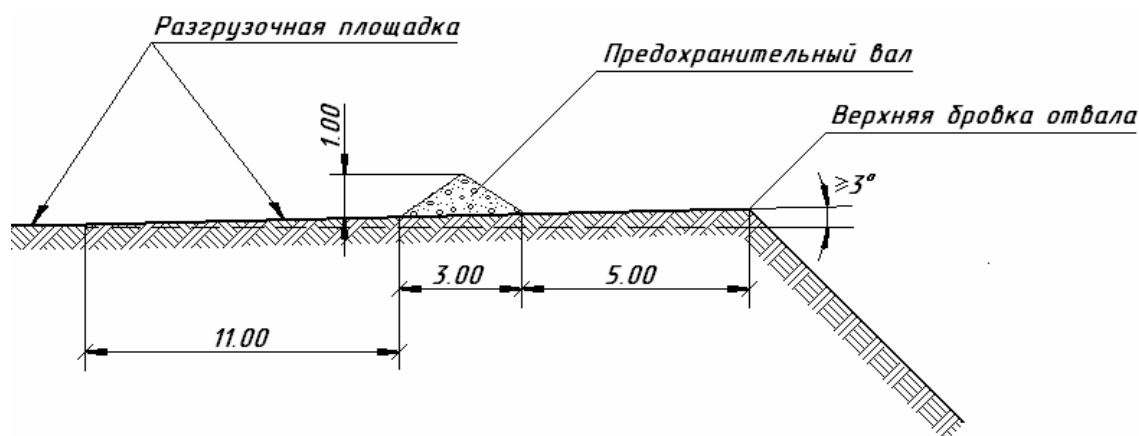


Рисунок 2 – Поперечный профиль разгрузочной площадки

УДК 553.03(571.17)

## КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ КУЗБАССА

**Гаврилов Н.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., профессор Чаплыгин В.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В данной статье хотелось бы, затронуть проблему комплексного использования минерально-сырьевой базы Кемеровской области.

Большая часть угля Кемеровской области сжигается в различного рода ТЭЦ и ГРЭС, а зола складировается в отвалы как промышленные отходы, в то время как согласно исследованиям проведенным коллективом лаборатории геоинформационных технологий Института угля и углехимии СО РАН:

Уголь не является моносырьем. Запасы кузнецкого угля

рассматриваются как комплексное сырье, в котором кроме теплотворной способности есть еще немало компонентов, которые мы должны использовать во благо общества. По минеральному содержанию: в разведанных запасах кузнецких углей содержится свыше 55 элементов таблицы Менделеева — от лития до урана. Результаты исследований лаборатории поднимают еще одну важную проблему: наличие в отходах сжигания, отходах обогащения промышленной концентрации редких и драгоценных металлов. Особенно привлекательными для практиков являются данные по металлам, которые имеют традиционно высокий и стабильный спрос на мировом рынке. В первую очередь, это например, титан, содержание которого доходит до 1-14 %, на тонну, ниобий, содержание его в золошлаках кузбасских углей доходит до одного и более килограммов на тонну, лития в углях в три с половиной раза выше общемирового показателя, гафния — в два раза.

Поэтому появляется необходимость рассматривать отходы полученные при сжигании угля как вторичное сырьё и внедрять технологии получения из него редкоземельных металлов. Известны различные способы извлечения ценных элементов (включая редкоземельные) из минеральной части углей, которые заключаются в химической обработке золошлаковых отходов после сжигания углей различными химическими реагентами.

Основным методом переработки золошлаковых отходов является вскрытие их кислотными реагентами, в качестве которых могут использоваться как минеральные кислоты, так и органические катионообменники в  $H^+$ -форме.

Известен способ извлечения скандия и иттрия из золошлаковых отходов соляной кислотой [1, С. 1075-1078.]. Извлечение проводят из золошлаковых отходов от сжигания бурых углей, состава:  $SiO_2$  - 40,1%,  $Al_2O_3$  - 10,6%,  $Fe_2O_3$  - 8,5%,  $CaO$  - 7,4%,  $MgO$  - 8,3%. Предложено выщелачивать скандий и иттрий в 2-3 стадии путем повторного использования фильтратов для выщелачивания. Выщелачивание проводят 10% раствором  $HCl$  при нагревании. При этом достигается степень извлечения в раствор: скандия - 84% и иттрия - 92%. Установлено, что такое перекрестное выщелачивание приводит к значительному насыщению раствора солями кальция, магния, железа и алюминия. Высокая концентрация солей затрудняет процессы разделения твердой от жидкой фаз.

Сорбционное выщелачивание скандия из золошлаковых отходов от сжигания бурых углей бородинского разреза [2, С.104-106], совмещающий выщелачивание и сорбцию (сорбционное выщелачивание). По этому способу подкисленную пульпу золошлаковых отходов перемешивают с сульфокатионитом КУ-2 при температуре 40-60°C. Это обеспечивает переход в ионит скандия и редкоземельных металлов. Одновременно выщелачивался также кальций, его остаточная концентрация в золе не превышает 0,2% при содержании в исходной золе около 20%. Значительная часть железа в этих условиях не выщелачивается.

Таким образом Кемеровская область обладает значительным промышленным потенциалом в области получения редкоземельных элементов и стоит ожидать появления в ближайшие годы новой промышленной отрасли в Кемеровской области. По предварительным оценкам ученых, если вложить в извлечение меди, золота, серебра и цинка только на одном из многочисленных предприятий Кузбасса, регулярно поставляющих минеральные отходы, около пяти миллионов долларов, то прогнозируемая прибыль составит около 130 миллионов долларов. Для реализации этого проекта нужны инвестиции. Внимание потенциальных инвесторов к внедрению научных разработок будет способствовать, по нашему мнению, переориентации промышленности Кузбасса в направлении выпуска наукоемкой продукции с использованием высоких технологий. Что позволит создать на территории Кузбасса дополнительные рабочие места, предотвратить утечку высококвалифицированных кадров в другие регионы, уменьшить экологическую нагрузку на земную поверхность от зола и шлакохранилищ различного рода.

#### Библиографический список

1. Концевой А.А., Михнев А.Д., Пашков Г.Л., Калмыкова Л.П. Извлечение скандия и иттрия из золошлаковых отходов // ЖПХ. - 1995. - Т.68, вып.7. – С. 1075-1078.
2. Тезисы докладов Международной конференции «Редкоземельные металлы: переработка сырья, производство соединений и материалов на их основе». Красноярск. 1995. С.104-106.

УДК 622.235

### **РЕГИСТРАЦИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ ОТ ПОДЗЕМНЫХ МАССОВЫХ ВЗРЫВОВ**

**Грошев К.П., Ефименко А.С., Борисов И.В.  
Научный руководитель: к.т.н. Машуков И.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

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

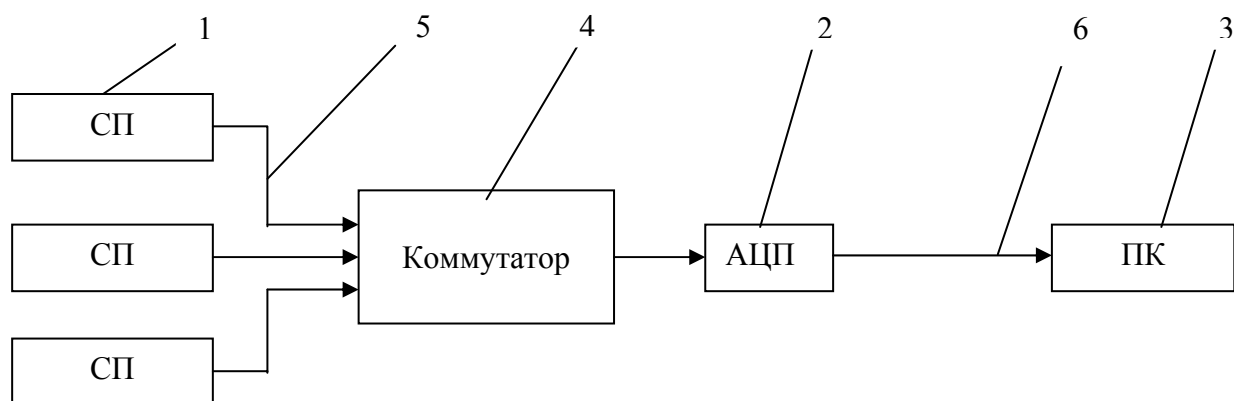
применяются аналогово-цифровые преобразователи (АЦП) модели Е-440. Запись сигналов датчиков в цифровом коде осуществляется на жёсткий диск ПК.

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 <sup>2</sup>	(8,5 ± 1,2755) × 10 <sup>-3</sup>
Масса, кг, не более	7,5

Для регистрации фактических колебаний грунта и определения уровня воздействия массовых взрывов на здания в различных районах жилого сектора г. Таштагол использовалась переносная сейсмостанция, которая состоит из сейсмоприёмников, коммутатора, АЦП и ноутбука. Блок-схема сейсмостанции приведена на рисунке 1.



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

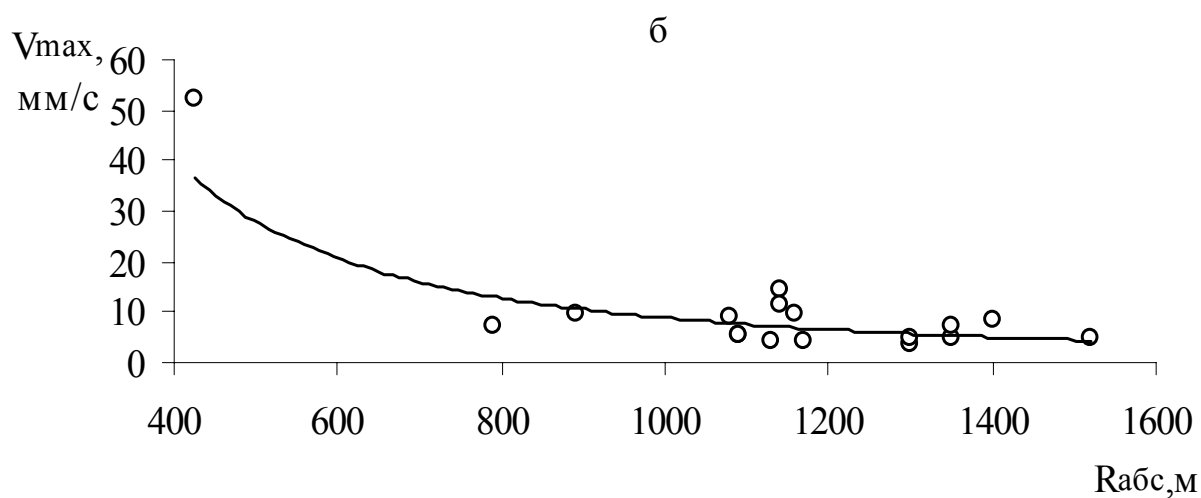
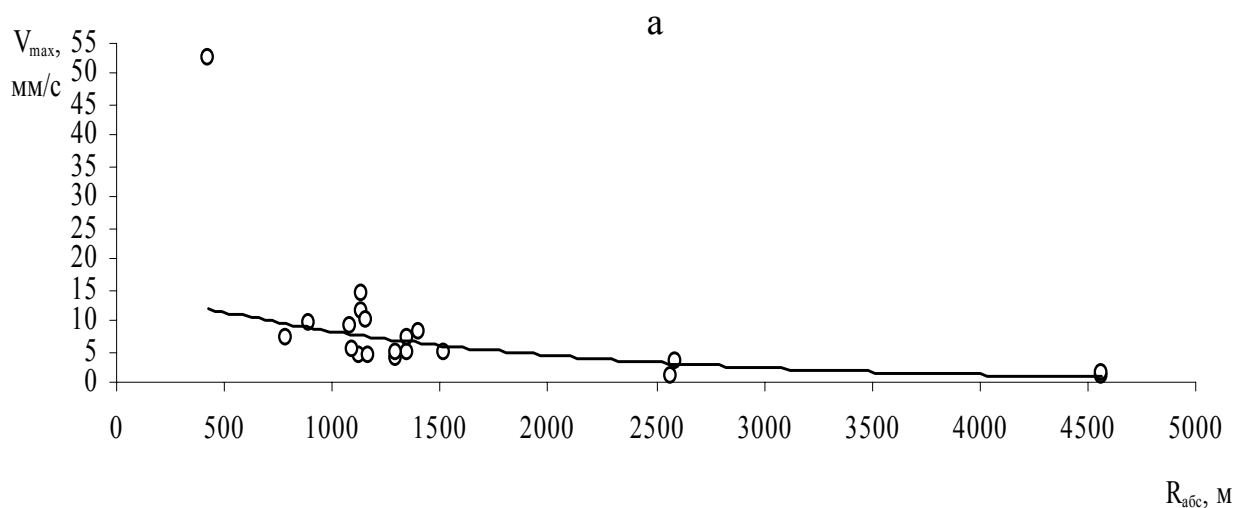
Обработка и регистрация сейсмических сигналов в цифровом коде с АЦП модели Е-440 осуществляется программой «L-GRAF». Для обработки кодовых значений цифрового сигнала, записанного программой «L-GRAF» в значения скорости смещения грунта и пересчета номера отсчета во временной интервал, разработана программа «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.

Аналоговый сигнал, получаемый с сейсмоприемников, пропорционален скорости сейсмических колебаний земной поверхности. Для получения сейсмограмм ускорений, смещений и амплитудно-частотных характеристик сейсмических колебаний разработана программа расчета, которая удаляет электромагнитную помеху силовой электросети.

Здания жилого сектора, находящиеся в непосредственной близости к промышленной зоне шахты «Таштагольская», испытывают существенные сейсмические воздействия подземных массовых взрывов. Отработка Таштагольского месторождения и расширение очистного фронта горных работ приводит к уменьшению расстояния от взрыва до охраняемых объектов. Увеличивается уровень напряженно-деформированного состояния массива горных пород, с увеличением глубины горных работ происходит подработка окружающего массива. Все эти факторы приводят к увеличению сейсмического воздействия. Для контроля уровня сейсмического воздействия проводилась регистрация колебаний.

Регистрация колебаний земной поверхности от каждого массового взрыва производилась в двух пунктах. В каждом пункте колебания регистрировались вертикальным и двумя горизонтальными датчиками во взаимно перпендикулярных направлениях. Для анализа сейсмических воздействий массовых взрывов в каждом пункте наблюдений из трех сейсмограмм, полученных от трех датчиков, определяли максимальное значение скорости сейсмических колебаний. По координатам местоположения пунктов наблюдений и центра массового взрыва определялось абсолютное расстояние между ними с учетом глубины расположения блока. Результаты регистрации максимальной скорости сейсмических колебаний от расстояния от центра взрыва блоков №№ 17, 25, 10, 1, 30, 9, 18, 26, 2, 3, 8 до пункта регистрации приведены на рисунке 2.

Величина максимальной скорости сейсмических колебаний земной поверхности для большинства взрывов находится в диапазоне 0,33...1,45 см/с и среднеарифметическая величина составила 0,72 см/с. Максимальное значение скорости колебаний зарегистрировано на поверхности в эпицентре взрыва на расстоянии 425 м над взрывом и составило 5,25 см/с.



а – на больших расстояниях; б - в ближней зоне

Рисунок 2 – Зависимость максимальной скорости колебания земной поверхности от абсолютного расстояния от взрыва блока до пункта регистрации

Изменение максимальной скорости сейсмических колебаний от расстояния между центром взрыва и пунктом регистрации происходит по экспоненциальной зависимости, которая соответствует общей закономерности – уменьшению скорости сейсмических колебаний с увеличением расстояния.

По результатам проведенных исследований определено, что сейсмический эффект взрыва зависит от направления отбойки; массы ВВ в одной ступени замедления; наличия свободных поверхностей и компенсационных камер и места расположения блока и охраняемых сооружений у выработанного пространства.

## **ТЕХНОЛОГИЯ ВЕДЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ В ОБВОДНЕННЫХ УСЛОВИЯХ**

**Шарай А.С.**

**Научный руководитель: к.т.н. Машуков И.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

С понижением горных работ увеличивается приток воды в выработанном пространстве и количество обводнённых скважин в массиве. Это приводит к увеличению затрат на приобретение взрывчатых веществ (ВВ) для ведения взрывных работ в обводнённых условиях. Применение в обводнённых условиях простейших ВВ позволит снизить финансовые затраты.

Существуют несколько методов ведения буровзрывных работ (БВР) в обводнённых условиях. Наиболее распространенный из них это, применение водоустойчивых ВВ, гранулолота или эмульсионных ВВ, стоимость которых в 2-3 раза выше стоимости простейших ВВ. Метод с откачиванием воды из скважин с помощью дренажного насоса эффективен при отсутствии водопритока подземных вод, что в практике ведения горных работ встречается довольно редко. Технология гидроизоляции неводоустойчивых простейших ВВ с размещением их в полиэтиленовом рукаве применяется в двух вариантах. По первому варианту простейшее ВВ заполняется в полиэтиленовый рукав, который постепенно погружается в воду. Для погружения заряда ВВ меньшей плотности в нижней части рукава проделывают отверстия для заполнения рукава скважинной водой. Диаметр рукава должен быть меньше диаметра скважины. По второму варианту скважину предварительно осушают, затем опускают полиэтиленовый рукав и производят зарядку простейшим ВВ. Недостатком этих двух технологий является большая трудоемкость и неконтролируемое растворение ВВ по первому варианту, в результате чего, качество ВВ в нижней части ухудшается и может произойти отказ. Так же существует метод рассредоточения заряда ВВ с инертным промежутком из столба воды. При этом на воду устанавливают пневматический затвор, на который размещают неводоустойчивое ВВ. Этот метод применяется, когда уровень воды в скважине составляет не более 15% от глубины скважины.

Широкое применение на ОАО «Взрывпром Юга Кузбасса» и КРУ-Взрывпром получил метод предварительного щелеобразования. Особенностью этого метода является выполнение БВР в два этапа. В первую очередь производится взрывание скважинных зарядов оконтуривающих блок, а затем производят бурение и взрывание основного массива.

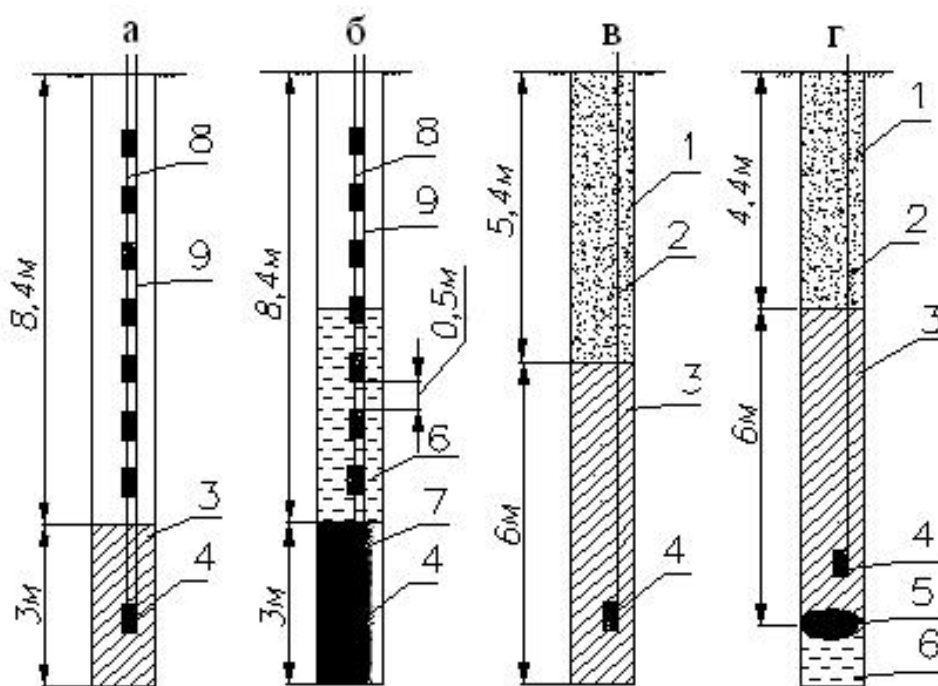
При взрывании контурных скважин, вокруг зарядов образуются зоны радиального трещинообразования, которые создают вокруг блока зону

дробления, по которой происходит дренаж воды из массива блока.

Предлагается данный метод применить на участке открытых работ ООО «Шахта Зенковская». Параметры открытых горных работ следующие: высота уступа составляет 10 м, глубина скважин - 11,4 м, перебур - 1,4 м, диаметр скважин - 214 мм, расстояние между скважинами - 4 м. Конструкции зарядов контурного ряда и для отбойки массива блока в обводненных и сухих скважинах приведены на рисунке.

В сухих скважинах контурного ряда (рисунок а) нижняя часть скважины заряжается простейшим ВВ гранулитом УП-1, в верхней части устанавливается гирлянда патронов аммонита ПНП А6ЖВ диаметром 90 мм. Патроны аммонита ПНП А6ЖВ в количестве семи штук закрепляются на шпагате с промежутком через 50 см друг от друга. Инициирование гирлянд осуществляется детонирующим шнуром ДШЭ-12. Нижняя часть заряда инициируется одним промежуточным детонатором патрона аммонита №6ЖВ с помощью ДШЭ-12.

В обводнённых скважинах (рисунок б) нижняя часть заряжается водоустойчивым ВВ эмульсолитом П в верхней части устанавливается аналогичная гирлянда.



- а – для контурного взрывания при отсутствии воды в скважине;  
 б – для контурного взрывания при наличии воды в скважине;  
 в – для взрывания сухих скважин; г – для взрывания скважин после водопонижения

- 1 – забойка; 2 – СИНВ-С-500; 3 – гранулит УП-1; 4 – промежуточный детонатор из патрона аммонита ПНП А6ЖВ; 5 – устройство рассредоточения заряда; 6 – вода; 7 – эмульсолит П; 8 – шпагат; 9 – гирляндовый заряд из аммонита ПНП А6ЖВ.

Рисунок – Конструкция зарядов



После взрыва контурного ряда происходит дренаж воды из массива блока по зоне дробления и уровень воды в скважинах снижается.

Сухие скважины в блоке заряжаются простейшим ВВ гранулитом УП-1 со сплошной колонкой заряда (рисунок в). В скважинах с небольшим уровнем воды до 15% от глубины скважины используется устройства рассредоточения заряда (УРЗ).

На поверхность воды устанавливается УРЗ и на него размещают гранулит УП-1 (рисунок г).

УДК 622.831.325.3

## **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УТИЛИЗАЦИИ ШАХТНОГО ГАЗА В УСЛОВИЯХ ОАО ФИЛИАЛА «ШАХТА «ОСИННИКОВСКАЯ»»**

**Саломатина Р.М.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Никитина А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В настоящее время общеизвестно существенное влияние степени газообильности угольных шахт на состояние технической безопасности производства и особенно на уровень аварийности с тяжелыми последствиями.

Значительно выросла актуальность проблемы обеспечения экологической безопасности производства, в которой заметное место занимает задача резкого снижения эмиссии шахтного метана в атмосферу.

Решение указанных проблем возможно осуществить применением современных способов дегазации и утилизации метана. Но в следствии малого объема дегазационных работ и недостаточной эффективности схем дегазации на многих газообильных шахтах России сохраняется газовый барьер, препятствующий достижению высоких скоростей проведения выработок и больших нагрузок на очистные забои. Кроме того, даже малые объемы метана, капируемого средствам дегазации, используется в ограниченном количестве.

Прогнозные ресурсы метана в Кемеровской области оцениваются в 13 трлн. кубометров. Ежегодно угледобывающие предприятия Кузбасса выбрасывают в атмосферу около 2 млрд. кубометров метана. Из них 800 млн. кубических метров составляет метан, выведенный на поверхность по трубопроводам и вентиляционным системам. Этот газ может быть использован в качестве электрической и тепловой энергии, моторного топлива и химических продуктов.

Развитие направления извлечения и использования шахтного метана важно для Кузбасса. Выделение метана в горной выработке является одним

из сдерживающих факторов увеличения добычи угля. Использование ресурсов метана как цельного углеродного сырья и энергоносителя позволит создать новое современное направление в угольной отрасли, организовать дополнительные рабочие места и повысить экономический потенциал области [1,2].

Частичное замещение угля метаном при производстве тепловой и электрической энергии снизит выбросы вредных веществ в атмосферу и улучшит экологическую ситуацию в городах области. Метан превосходит углекислый газ в 21 раз по парниковому эффекту. Его утилизация позволит значительно снизить антропогенный выброс в атмосферу.

На филиале ОАО шахта «Осинниковская» для снижения интенсивности метановыделения в горных выработках из разрабатываемых пластов и выработанного пространства, применяется дегазация, для чего пробуривается сеть дегазационных скважин, с последующим подключением сети дегазационных скважин к магистральному дегазационному трубопроводу, который на поверхности соединяется с вакуумно-насосной станцией, метановоздушная смесь выбрасывается в атмосферу.

«Шахта «Осинниковская» на основании приказа ОАО ОУК «Южкузбассуголь» и Управления по технологическому и экологическому надзору Ростехнадзора по Кемеровской области от 15.01.2007 года №10/51 относится к опасным по внезапным выбросам угля и газа. Согласно произведенным замерам в горных выработках метановыделение составляет 78,4 м<sup>3</sup>/мин и выделение углекислого газа – 6,33 м<sup>3</sup>/мин. При среднесуточной добыче шахты в течение года 3752 т относительная газообильность шахты составила по выделению метана 29,91 м<sup>3</sup>/т, по углекислому газу 2,42 м<sup>3</sup>/т.

Решить проблему утилизации шахтного метана можно с помощью компрессорных газопутилизационных установок.

Установка компрессорная газопутилизационная УКГ-5/8 (рисунок 1) предназначена для утилизации шахтного газа действующих и закрытых шахт посредством его сжигания в специальной камере и предотвращения выделения в атмосферу вредного парникового газа метана.

Установка может работать автономно с электроснабжением, как от общей электросети, так и от газовой контейнерной теплоэлектростанции (КТЭС). В последнем варианте газ на (КТЭС) подается от компрессора установки, а излишнее количество газа, откачиваемого компрессором, сжигается в самой установке. Непосредственно из дегазационной скважины в выемочном столбе, газ может откачивать одной из нескольких параллельно работающими установками.

Компрессорная установка УКГ- 5/8 может подключаться к дегазационной скважине или дегазационному трубопроводу после передвижной поверхностной вакуумно-насосной станции [3].



Рисунок 1 – Установка газопутилизационная УКГ- 5/8

В этом случае подключение дегазационного трубопровода к установке УКГ-5/8 производится непосредственно после компрессора, т.е. компрессор не работает.

Тепловая мощность установки УКГ 5/8 находится в пределах 5-8 МВт. Система управления установки производит постоянный автоматический анализ поступающего газа на содержание метана. Оборудование согласно ISO-нормам установлено в звуко-теплоизолированном стальном 20-футовом контейнере, который через трубопровод связан со скважиной в выемочном столбе. Благодаря использованию контейнера установка компактна может быть в короткий срок перемещена с одного места на другое.

Таблица 1 – Техническая характеристика установки УКГ- 5/8

Рабочая среда	Шахтный газ
Температура окружающей среды, С	От – 30 до + 40
Температура при транспортировке и хранении, С	От – 40 до +40
Производительность, м/ч	570 - 1551
Электр.номинальная мощность, кВт	55
Тепловая мощность	5 - 8

*Установка УКГ 5/8 имеет следующий принцип работы:*

Газ в установку поступает от дегазационной скважины через трубопровод всасывания. Пройдя влагоотделитель и фильтр, газ поступает в ротационный компрессор, где сжимается до 1,2 атм. После ротационного компрессора газ разделяется на два потока. Один из потоков поступает в

камеру сгорания, а другой - к потребителю. В качестве потребителя может быть КЭТС.

Установка УКГ 5/8 имеет газоаналитическую систему, которая производит постоянный анализ газа, как в трубопроводе, так и в помещении контейнера. В случае возникновения утечки газа повышается его концентрация внутри контейнера. При достижении концентрации 0,5 % метана в воздухе включаются вентиляторы, а при 1 % происходит отключение установки. При возникновении аварийной ситуации, когда утечку газа невозможно устранить проветриванием, т.е. концентрация газа внутри помещения растет, закрываются аварийные задвижки (время закрытия – 1 с), происходит выключение установки. После удаления газа из помещения установка включается в автоматическом режиме.

Для предотвращения искрообразования внутри трубопровода установка снабжена преградителем пламени.

Кроме этого, постоянно ведется контроль температуры и давления внутри трубопроводов. Установка снабжена системой спутниковой передачи данных, с помощью которой можно следить за работой установки, не выезжая на объект.

Данная установка является первой ступенью для газоутилизационного комплекса. Она производит откачку газа из скважины, выполняет его очистку и подготавливает для дальнейшего использования в комплексе. Второй ступенью является контейнерная теплоэлектростанция типа КТЭС. В состав КТЭС входит газовый генератор.

В процессе работы станция вырабатывает электроэнергию и тепловую энергию. Отброс тепловой энергии происходит за счет водяной системы охлаждения путем подключения данной системы к системам отопления разных объектов.

При дегазации выемочных участков концентрация метана в метановоздушной смеси достигает до 80-90 %.

Анализ зарубежного и отечественного опыта по использованию шахтного метана показал, что сжигание метановоздушной смеси в компрессорных установках является наиболее простым способом утилизации шахтного метана.

Таким образом, рекомендуется провести на шахте «Осинниковская» некоторую модернизацию, не связанную с большими капитальными вложениями для использования извлеченного метана.

Метан можно использовать:

- при сжигании в котельной шахты, для нагрева воды;
- как топливо для газотурбинных установок при выработке электроэнергии;
- в качестве моторного топлива для двигателей внутреннего сгорания;
- при концентрации метана более 30% применяется обычное сжигание газа в топках взамен угля с незначительным переоборудованием котлов;

Вовлечение в разработку и использование ресурсов метана позволит создать новое современное направление развития и организовать дополнительные рабочие места в угольном производстве, а также повысить производительность и безопасность ведения горных работ.

#### Библиографический список

1. Ренер В. Утилизация рудничного газа в немецкой каменноугольной промышленности / В. Ренер // Глюкоуф (на русском языке). – 2001.- №1.- С.30-31.
2. Веселов А.П. Опыт подземной дегазации и утилизации каптируемого метана на шахтах ОАО «Варкутауголь»/ А.П. Веселов, В.С. Скатов, А.Л. Энне // Уголь. – 2002.-№9.- С.25-29.
3. Коваленко В.И. Установки компрессорные для утилизации шахтного метана / В.И. Коваленко // Уголь. – 2008.-№3- С.17-18.

УДК 622.862.3:622.272.6

### **РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО РАЗУПРОЧНЕНИЮ ТРУДНООБРУШАЮЩИХСЯ ПОРОД КРОВЛИ В УСЛОВИЯХ ФИЛИАЛА «ШАХТА «ОСИННИКОВСКАЯ»**

**Кривов К.Н.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Никитина А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В настоящее время на филиале «Шахта «Осинниковская» происходит разработка пласта Е5 имеющего в качестве основной кровли – песчаник, крепостью  $f=8$  по шкале проф. Протодьяконова и мощностью 8-37 м. Кровля характеризуется как труднообрушаемая, зависающая, тяжелая по нагрузочным свойствам, по управляемости – от среднеуправляемой до трудноуправляемой.

Разработка пластов с труднообрушаемыми кровлями значительно осложняет ведение очистных работ, происходят неожиданные неуправляемые динамические обрушения горного массива, которые наносят большой вред – разрушают механизмы и горные выработки, повышают опасность для рабочих. Кроме того, зависание кровли вызывает концентрацию горного давления на угольный массив в зоне очистного забоя и на сопряжениях его с горными выработками, что провоцирует горный удар. В таких условиях целики и охраняемые подготовительные выработки подвергаются действию высокого горного давления за счет зависания кровли на значительной площади. Это приводит к потере продольной и поперечной устойчивости секций крепи, разрушению горных выработок и соответственно к нарушению нормального режима работы добычного

транспорта и проветривания забоев.

В этих условиях одним из направлений решения задачи повышения безопасности и эффективности добычи угля является разупрочнение горного массива.

Существующие способы разупрочнения, такие как передовое торпедирование, гидромикроторпедирование и др. не дают нужного эффекта, так как они обладают, помимо частных, общими недостатками – неравномерностью и неуправляемостью разупрочнения [1]. Наиболее эффективным в данных горно-геологических условиях является способ направленного гидроразрыва. Сущность способа – создание в этих породах искусственных протяженных трещин с заданной ориентацией в пространстве за счет нагнетания воды в режиме гидроразрыва к зародышевым щелям, нарезанным в скважинах.

Рассмотрим технологические схемы НГР для применения в условиях филиала «Шахта «Осинниковская».

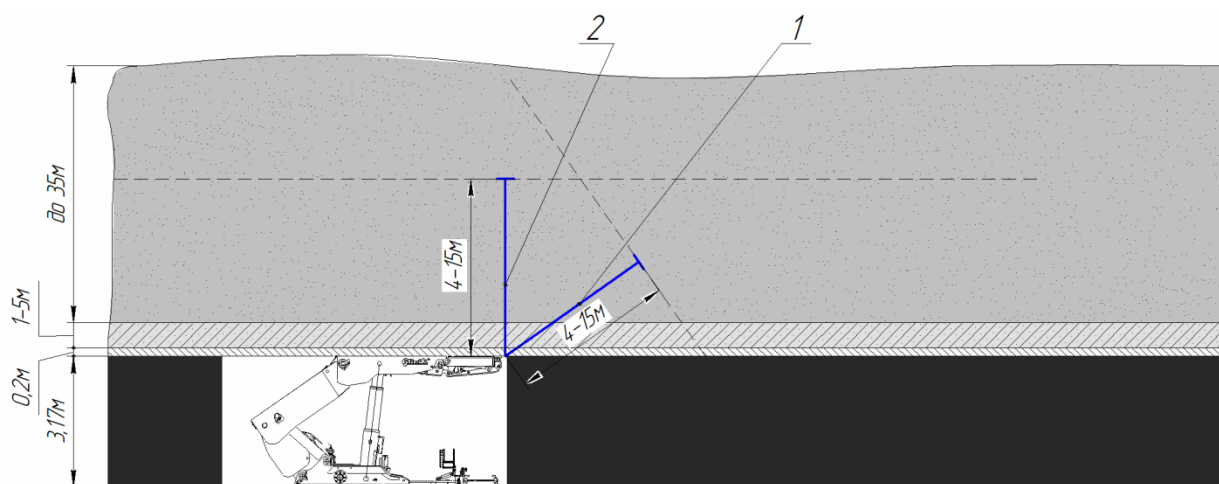


Рисунок 1 – Схема заложения скважин для снижения интенсивности первичных осадков в условиях филиала «Шахта «Осинниковская»

Работы осуществляются до начала ведения очистных работ из монтажной камеры. Нечетные скважины бурятся перпендикулярно к плоскости наслоения пород, а четные – под углом к слоистости (рисунок 1). Первый тип скважин обеспечивает расслоение пород, а второй – отсечение кровли и ликвидацию ее зависания на угольном массиве. Шаг бурения скважин для одного уровня заложения инициирующих щелей равен  $2R$ , где  $R$  – радиус распространения щели, м. Исходя из опыта экспериментальных исследований и визуальных наблюдений, схему обрушения кровли при выходе механизированного комплекса из монтажной камеры можно представить следующим образом (рисунок 2).

Создание ориентированных горизонтальных трещин гидроразрыва, одновременно с отсечными, направленными в сторону движения очистного забоя, позволяют создать искусственный блочный массив, своевременно разрушающийся за механизированной крепью. Экспериментально

установленный радиус распространения направленной искусственной трещины из одной скважины превышает 20 м, поэтому при длине лавы до 200 м для первичной посадки кровли требуется бурение менее 10 шпуров глубиной от 4 до 15 м [2].

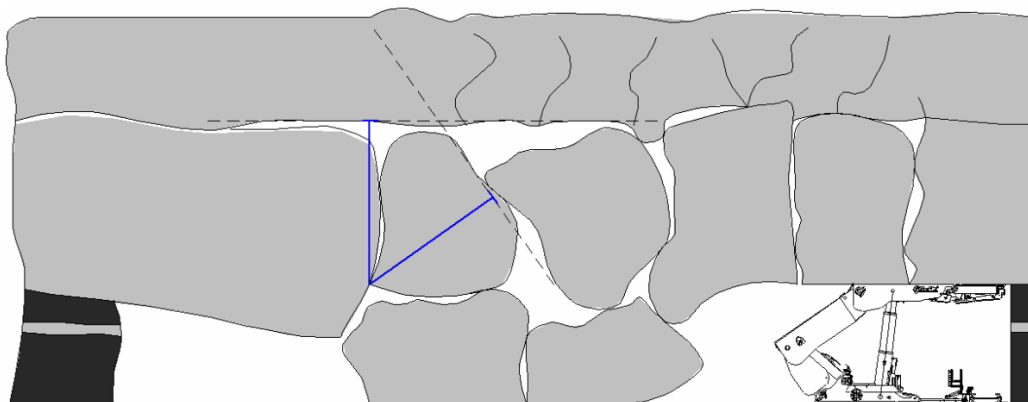


Рисунок 2 – Схема обрушения кровли при выходе механизированного комплекса из монтажной камеры

Для снижения концентрации горного давления на убывающий целик и исключения возможности горного удара рекомендуется применить технологическую схему для сохранения убывающего целика (рисунок 3).

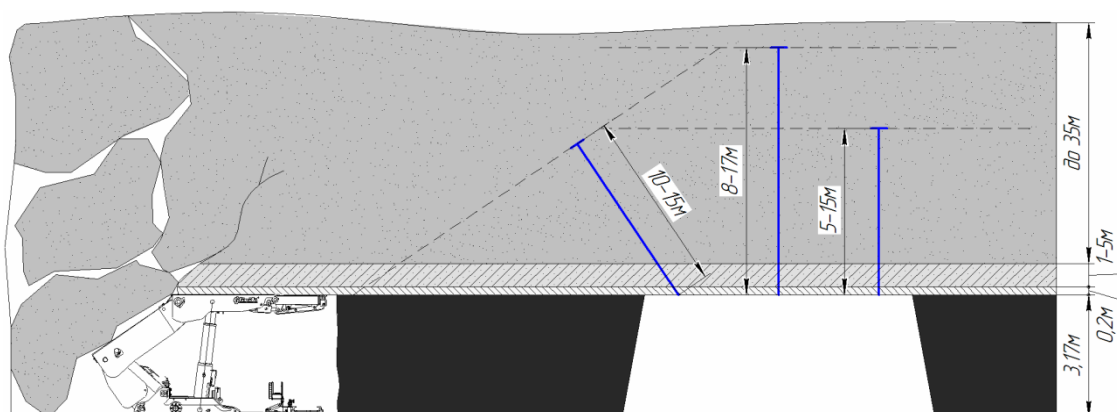


Рисунок 3 – Технологическая схема для сохранения убывающего целика при въезде комплекса в демонтажную камеру в условиях филиала «Шахта «Осинниковская»

Работы осуществляются из демонтажной камеры. Скважины второго уровня бурятся между скважинами первого уровня и являются для них контрольными. Длина скважин 10-15 м.

Схема заложения скважин в выработках для снижения интенсивности проявления вторичных осадков основной кровли, а также сохранения повторно используемых выработок представлена на рисунке 4. Данная схема применяется для снижения концентрации горного давления на охраняемый целик и горные выработки, а также для снижения интенсивности проявления вторичных осадков.

Для успешной реализации предложенных технологических схем НГР необходимо бурение скважин Ш 45 мм на глубину до 20 м по крепким породам. Применяемый в настоящее время буровой станок БЖ-45, выпускаемый ОАО «Анжеромаш», по своим параметрам не предусмотрен для бурения скважин по крепким породам. Кроме того, его большой вес (200 кг) усложняет работу горнорабочих при его частом перемонтаже.

Поэтому, для реализации способа разупрочнения кровли на филиале «Шахта «Осинниковская» рекомендуется применять буровой станок СБП (станок буровой породный) разработанный в ИГД СО РАН. Возможность бурения по крепким породам разработанным станком объясняется введением в его конструкцию погружного пневмоударника, что при сохранении высокого крутящего момента обеспечивает более прогрессивный вращательно-ударный способ бурения [3].

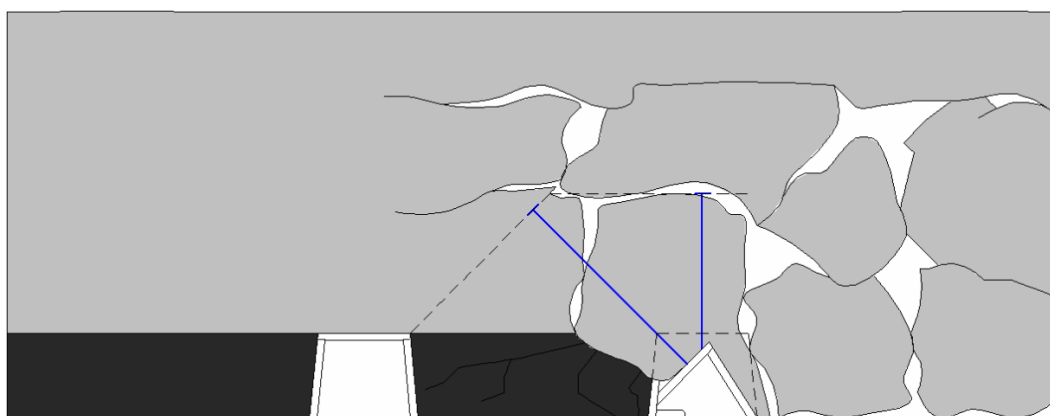


Рисунок 4 – Схема заложения скважин в выработках для снижения интенсивности проявления вторичных осадков в условиях филиала «Шахта «Осинниковская»

Применение предложенных схем НГР на филиале «Шахта «Осинниковская» позволит: наиболее эффективно, без зависаний кровли отрабатывать пласты Е5, Е4 и другие с увеличением нагрузок на очистной забой; снизить концентрацию горного давления на угольный массив, образование вывалов; снизить конвергенцию бортов выработок; уменьшить затраты на ремонт секций крепи, что в свою очередь будет способствовать интенсификации горного производства.

#### Библиографический список

1. Инструкция по выбору способа и параметров разупрочнения кровли на выемочных участках. – Л.: ВНИМИ, 1991. – 102 с.
2. Клишин В.И. Метод направленного гидроразрыва труднообрушающихся кровель для управления горным давлением в угольных шахтах / Клишин В.И. // Уголь. - 2008. - №11. – с. 12-16.
3. Клишин В.И. Развитие бурового оборудования для угольных шахт / Клишин В.И., Кокоулин Д.И., Фокин Ю.С. // Уголь. – 2007. - №4. – с. 25-27.



## IV СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ УСТАНОВКИ

УДК 621.3

### СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ГРУЗОПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА

**Борисов С.В.**

**Научный руководитель: доцент Стексов А.М.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Рассматривается система с расширением функций защиты лифта, приводимого в действие асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором, микропроцессорной системой управления на базе программируемого контроллера SLC-500 и цифрового привода 1336FORCE фирмы «Allen-Bradley», обеспечивающего повышенные требования к точности поддержания на заданном уровне скорости и рабочего момента на валу двигателя (рисунок 1).

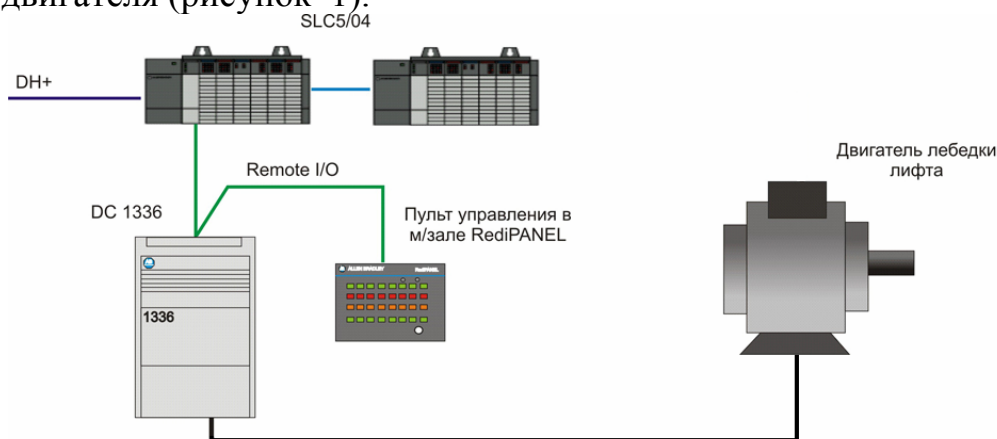


Рисунок 1 - Структура системы управления

Функции программируемого контроллера SLC-500 в данной системе:

- 1) Определение местоположения кабины лифта;
- 2) Регистрация сигналов вызовов;
- 3) Включение и отключение работы лифтов;
- 4) Выбор/отмена направления и скорости движения кабины;
- 5) Включение этажных световых указателей;
- 6) Формирование для движущейся кабины команды на остановку на ближайшем попутном этаже;
- 7) Контроль положения блокировочных выключателей и обработка аварийных ситуаций;
- 8) Управление дверьми лифта и тормозом;
- 9) Обеспечение режимов работы: проводник, ревизия, работа.

Регистрация приказов выполнена по следующему алгоритму: если у кабины нет выбора направления движения, то регистрируется любой приказ не запрещенного к обслуживанию этажа, кроме того, на котором находится лифт. В зависимости от первого зарегистрированного приказа выбирается направление движения кабины. При выбранном направлении движения, регистрируются только приказы этажей находящихся по ходу движения и не запрещенные к обслуживанию (запрет обслуживания этажа задается с рабочей станции). Индикация приема приказа выполнена лампами, установленными в кнопках приказов кабины лифта.

В работе поставлена задача повышения надежности защиты резервированием интервальной защитой и ограничителем скорости. Защита от превышения скорости состоит из двух независимых систем контроля скорости:

1. Проверка нахождения системы в штатном режиме работы, т.е. при соблюдении условий  $\omega_{нш} \leq \omega_{д} \leq \omega_{вш}$  (рисунок 2), реализована добавлением программного модуля в алгоритм работы контроллера. Такой способ защиты здесь назван интервальным. При попадании скорости двигателя в нештатный режим работы информация об этом направляется оператору в машзале. Рабочая и защитная диаграмма представлена на рисунке 2.

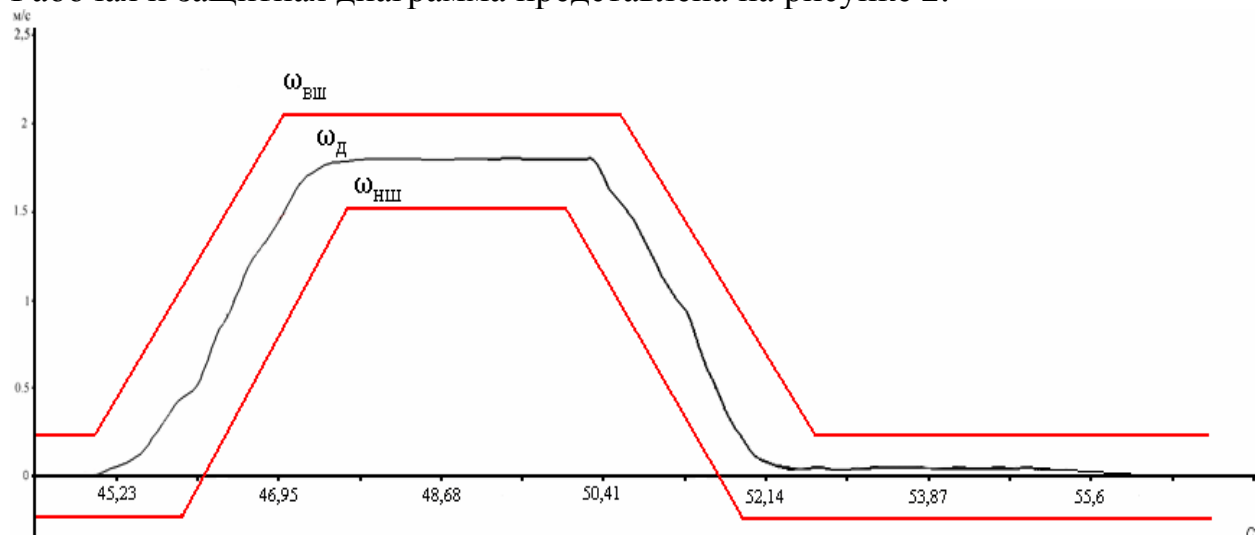


Рисунок 2 – Интервальный способ защиты по скорости

2. Защита от превышения максимальной скорости лифта  $\omega_{д} \leq \omega_{вз}$  (рис. 3) выполнена аппаратно на центробежном датчике ограничителя скорости. При превышении заданного значения скорости привод отключается и срабатывает предохранительный тормоз, обеспечивающий плавное замедление и останов кабины, о неисправности сообщается оператору.

Кроме того, выполнен контроль исправности тахогенератора привода путем сравнения данных скорости привода и второго тахогенератора установленного на лебедке. При рассогласовании скоростей более чем на 15% выдается аварийный сигнал.

При срабатывании любого из блокировочных выключателей, отключении любого автомата, фиксируется соответствующий бит или биты

и формируется суммарный сигнал аварии. Эти данные используются для отображения на рабочей станции времени и причины аварии. При движении лифта выполнена диагностика шунтов и датчиков замедления расположенных в шахте и на кабине лифта. Алгоритм диагностики выполнен путем проверки последовательности срабатывания датчиков замедления и этажных датчиков и при нарушении последовательности срабатывания, формируется аварийный сигнал о неисправности соответствующего датчика замедления.

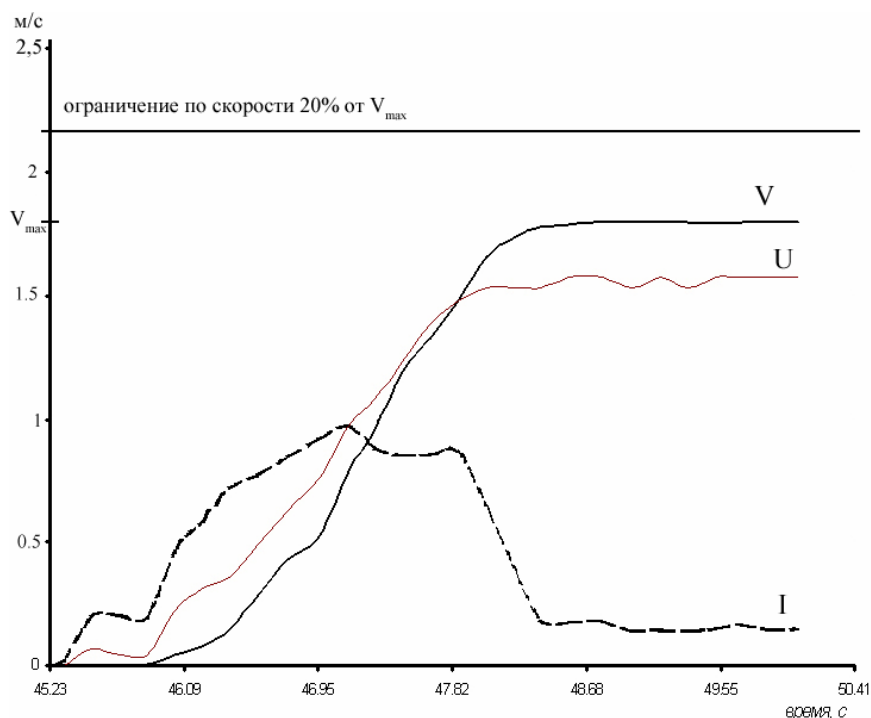


Рисунок 3 – Аппаратная реализация защиты по скорости

Для обеспечения безопасности пользования лифтом в программе микроконтроллера реализован алгоритм обработки блокировок лифта с памятью для контроля сигналов (контроль включенного положения всех автоматов питания, кнопка «СТОП» с рабочей станции, контроль рассогласования скоростей, контроль температуры двигателя). Память механических блокировок предназначена для контроля положения выключателей безопасности: предохранительный выключатель кабины, выключатель ловителей кабины, выключатель предохранительный лебедки, предохранительный выключатель приямка, выключатель ограничителя скорости и предохранительный выключатель блочного помещения.

Исчезновение сигнала готовности приводит к немедленной остановке привода и наложению тормоза.

#### Библиографический список

1. SLC-500 в модульном исполнении. Руководство по установке и эксплуатации. Публикация 1747-6.2, Allen-Bradley Company, 1996.
2. Цифровой привод переменного тока 1336. Инструкция по эксплуатации. Публикация 1336-5.40, Allen-Bradley Company, 1995.

## ПРОТИВОНАКОПЛЕНИЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРНЫХ ИНТЕГРИРУЮЩИХ РЕГУЛЯТОРОВ АСИНХРОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ

Кунина Д.В.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Кунин П.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Системы векторного управления асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором, построенные на основе микроконтроллеров, находят все более широкое применение [1]. Структурная схема асинхронного электродвигателя во вращающейся системе координат содержит в качестве входных и выходных переменных проекции соответствующих пространственных векторов на оси вращающейся системы координат. Эти проекции векторов эквивалентны переменным постоянного тока, что позволяет строить систему управления асинхронным электродвигателем так же, как систему управления электродвигателем постоянного тока. При этом измеряемые трехфазные физические переменные предварительно преобразуются к двухфазным (двухполярным) переменным, а выходной двухполярный сигнал регулятора – в трехфазный [1].

Как и для двигателей постоянного тока, при векторном управлении асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором широко применяется принцип подчиненного регулирования. Для ограничения выходной величины внутреннего контура осуществляется ограничение выходного сигнала регулятора внешнего контура. Согласно [2], регуляторы скорости, положения, потока и момента электродвигателя используют такое ограничение, причем конкретный набор регуляторов определяется характером синтезируемой системы. Для обеспечения нулевой ошибки управления регуляторы имеют интегрирующую составляющую. В общем виде такой регулятор может быть представлен следующей передаточной функцией:

$$W_p(p) = \frac{Y(p)}{X(p)} = \frac{b_n p^n + b_{n-1} p^{n-1} + \dots + b_2 p^2 + b_1 p + b_0}{p(a_n p^{n-1} + a_{n-1} p^{n-2} + \dots + a_2 p + a_1)}, \quad (1)$$

где  $X$ ,  $Y$  – входной и выходной сигналы линейного регулятора,  $1/p$  – интегрирующая составляющая, причем согласно [3], порядок полинома числителя  $n$  равен порядку полинома знаменателя  $n$ , а функция ограничения выходной переменной линейной части регулятора  $Y$  осуществляется программным модулем с выходной переменной  $Y_p$ :

$$\begin{aligned} Y_p &= Y; & // \text{линейный режим, } k = Y_p/Y = 1 \\ \text{if } |Y_p| > Y_M & & // \text{режим ограничения} \end{aligned} \quad (2)$$

$$Y_P = Y_M;$$

где  $Y_M$  – абсолютное значение уровня ограничения выходной переменной  $Y_P$ .

Линейному регулятору (1) с модулем ограничения (2), поставим в соответствие структурную схему, изображенную на рисунке 1.

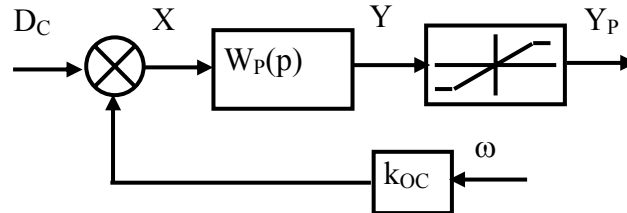


Рисунок 1 – Регулятор с ограничением выходной величины  $Y_P \leq Y_M$  и цепями формирования входного воздействия  $X = D_C - k_{OC}\omega$

Поскольку регулятор  $W_P(p)$  интегрирующий, при наступлении ограничения  $Y_P = Y_M$  сигнал  $Y$  продолжает нарастать, которое не прекратится до тех пор, пока разность  $D_C - k_{OC}\omega = X$  не изменит знак на противоположный.

На рисунке 2 показаны переходные процессы пуска электродвигателя с пропорционально интегрирующим регулятором скорости, причем переменные с индексом  $n$  и сплошные кривые соответствуют режиму работы с ограничением выходного сигнала регулятора  $Y_P = Y_M < Y$  и накоплением интегрирующей составляющей  $Y_n$ , которое в 2.6 раз превышает сигнал ограничения  $Y_{PM}$ . Накопление сигнала привело к более длительному сохранению уровня ограничения регулятора  $Y_P = Y_{PM}$  и, как следствие, тока  $I_n$ , что привело к перерегулированию скорости  $\omega_n$  на 48%.

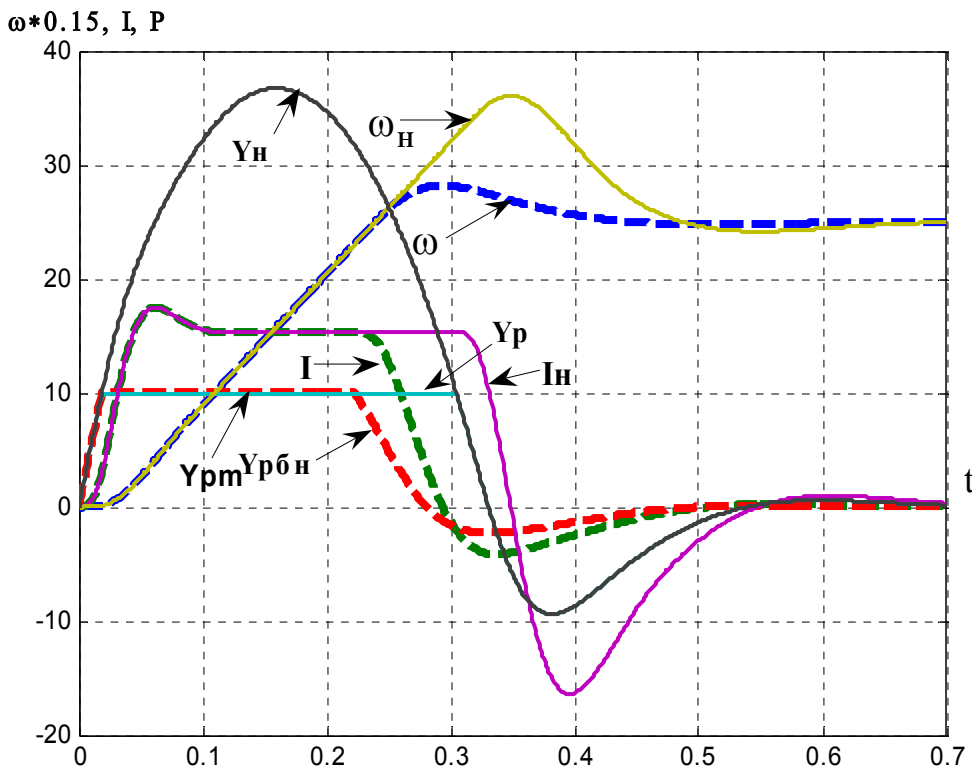


Рисунок 2 – Переходные процессы в системах с накоплением и без

Для создания алгоритма противонакопления структурную схему регулятора с ограничением (рисунок 1) представим в виде, изображенном на рисунке 3, на котором функции  $W_1(p)$ ,  $W_2(p)$  и  $W_3(p)$  подлежат определению.

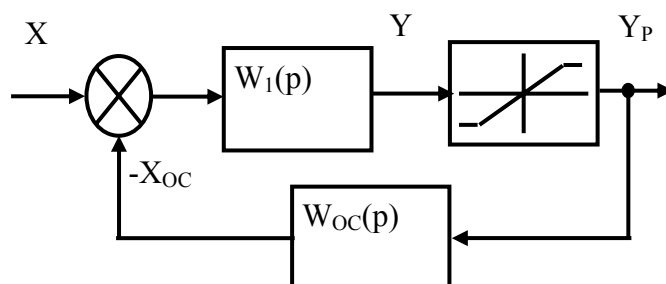


Рисунок 3 – Модифицированная структурная схема регулятора

На рисунке обозначено

$$W_{oc}(p) = W_2(p) - W_3(p). \quad (3)$$

В линейном режиме в соответствии с (2)  $Y_p = Y$  и  $Y_p/Y = 1$  и для структурной схемы на рисунке 3 получим следующую передаточную функцию:

$$\frac{Y_p(p)}{X(p)} = \frac{W_1(p)}{1 + W_1(p)W_2(p) - W_1(p)W_3(p)}. \quad (4)$$

Неизвестные передаточные функции  $W_1(p)$ ,  $W_2(p)$  и  $W_3(p)$  определим из условия, что в линейном режиме правая часть равенства (4) должно быть равна передаточной функции регулятора (1). Для этого, прежде всего, компенсируем единицу в знаменателе правой части (4), положив

$$W_3(p) = \frac{1}{W_1(p)}. \quad (5)$$

Подстановка  $W_3(p)$  из (5) в (4) дает:

$$\frac{Y_p(p)}{X(p)} = \frac{W_1(p)}{W_1(p)W_2(p)}. \quad (6)$$

$$\text{Если принять } \frac{1}{W_2(p)} = W_p(p), \quad (7)$$

то, подставляя  $W_2(p)$  из (7) в (6), получим:

$$\frac{Y_p(p)}{X(p)} = \frac{W_1(p)}{W_1(p)} W_p(p) = W_p(p), \quad (8)$$

откуда следует, что передаточная функция (4) эквивалентна передаточной функции регулятора (1) и не зависит от  $W_1(p)$ . Это дает возможность передаточной функции  $W_1(p)$  присвоит любое значение неравное нулю, так как при  $W_1(p) = 0$  передаточная функция (8) содержит неопределенность  $W_1(p)/W_1(p)$ . Используем эту возможность для упрощения структурной

схемы регулятора (рисунок 3). Для этого в передаточную функцию обратной связи  $W_{OC}(p)$  подставим значения  $W_2(p)$  из (7) и  $W_3(p)$  из (5). В результате получим:

$$W_{OC}(p) = \frac{X_{OC}(p)}{Y_p(p)} = \frac{1}{W_p(p)} - \frac{1}{W_1(p)}, \quad (9)$$

Еще одним подтверждением безошибочности структурной схемы регулятора с ограничением свидетельствует то, что если принять

$$W_1(p) = W_p(p),$$

то из (9) имеем

$$W_{OC}(p) = \frac{1}{W_p(p)} - \frac{1}{W_p(p)} = 0$$

и в соответствии со структурной схемой на рисунке 3 получаем исходную схему регулятора с ограничением, приведенную на рисунке 1.

Для выявления других условий упрощения запишем обратную функцию для (1):

$$\frac{1}{W_p(p)} = \frac{X(p)}{Y(p)} = \frac{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_2 p^2 + a_1 p}{b_n p^n + b_{n-1} p^{n-1} + \dots + b_2 p^2 + b_1 p + b_0}, \quad (10)$$

а затем, разделив числитель на знаменатель, запишем:

$$\frac{1}{W_p(p)} = \frac{X(p)}{Y(p)} = \frac{a_n}{b_n} + \frac{c_{n-1} p^{n-1} + c_{n-2} p^{n-2} + \dots + c_2 p^2 + c_1 p + c_0}{b_n p^n + b_{n-1} p^{n-1} + \dots + b_2 p^2 + b_1 p + b_0}, \quad (11)$$

где  $c_{n-k} = a_{n-k} - \frac{a_n}{b_n} b_{n-k}$ .

Если  $\frac{1}{W_p(p)}$  из (11) подставить в (9), то получим

$$W_{OC}(p) = \frac{a_n}{b_n} + \frac{c_{n-1} p^{n-1} + c_{n-2} p^{n-2} + \dots + c_2 p^2 + c_1 p + c_0}{b_n p^n + b_{n-1} p^{n-1} + \dots + b_2 p^2 + b_1 p + b_0} - \frac{1}{W_1(p)}.$$

Из последнего соотношения видно, что целесообразно принять

$$\frac{1}{W_1(p)} = \frac{a_n}{b_n} \text{ и } W_1(p) = \frac{b_n}{a_n}, \quad (12)$$

тогда

$$W_{OC}(p) = \frac{X_{OC}(p)}{Y_p(p)} = \frac{c_{n-1} p^{n-1} + c_{n-2} p^{n-2} + \dots + c_2 p^2 + c_1 p + c_0}{b_n p^n + b_{n-1} p^{n-1} + \dots + b_2 p^2 + b_1 p + b_0}. \quad (13)$$

Теперь имеем все данные для описания алгоритма регулятора с ограничением. Прежде всего, в разделе инициализации присваиваем значения всем постоянным коэффициентам, включая  $Y_m$ , и вычисляем

$$K_{ba}=W_1=b_N/a_N. \quad (14)$$

Далее, согласно рисунку 3, воспользуемся звеном  $W_{OC}(p)$  с передаточной функцией (13). Звено (13) не содержит интегрирующей составляющей, причем порядок полинома знаменателя  $n$  на единицу больше, порядка  $n-1$  полинома числителя, так что программирование передаточной функции (13) и вычисление  $X_{OC}$  по входному сигналу  $Y_p$  можно выполнить известным способом, например, способом, изложенным в работе [4]. После того, как вычислено  $X_{OC}$ , следует воспользоваться соотношением

$$Y = (X - X_{OC})K_{ba},$$

которое легко получить на основании рисунка 3 и значения  $K_{ba}$  из (14), а далее следует воспользоваться программным фрагментом (2).

На рисунке 2 показаны переходные процессы пуска электродвигателя с пропорционально интегрирующим регулятором скорости, причем сплошные кривые линии и переменные с индексом  $n$  соответствуют режиму работы с ограничением выходного сигнала регулятора  $Y_p=Y_M<Y$  и накоплением интегрирующей составляющей  $Y_n$ , а режиму работы с ограничением, но без накопления соответствуют пунктирные кривые и переменные без индекса.

Сравнение кривых переходных процессов показывает, что устранение накопления существенно уменьшило время действия максимального значения тока  $I$  и также уменьшило величину тока противоположной полярности, вызванного необходимостью устранения перерегулирования скорости  $\omega_n$ , причем перерегулирование скорости с 48% уменьшилось до 6.7%.

Уменьшение времени действия максимального значения тока, тока противоположной полярности, направленного на устранение перерегулирования скорости, и уменьшение перерегулирования скорости обеспечивают энергосберегающий режим работы электропривода и более плавные переходным процессам, замедляющие процесс износа электромеханического оборудования.

#### Библиографический список

1. Ross D. Using the dsPIC30F for Vector Control of an ACIM: [Электронный ресурс] / D. Ross, J. Theys, R. Rowling: Режим доступа: <http://www.microchip.com>.
2. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для студ. высш. учеб. заведений [Текст] / Г.Г. Соколовский. – М.: Издательский центр “Академия”, 2006. – 272 с.
3. Гудвин Г.К. Проектирование систем управления [Текст] / Г.К. Гудвин, С.Ф. Гребен, М.Э. Сальгадо.–М.:БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004.– 911 с.
4. Лукас В.А. Теория управления техническими системами: Компьютерный учеб.курс для вузов.-3-е издание, перераб. и дополн.- Екатеринбург: Изд-во УГГА, 2002. 675 с.



## **МОДЕРНИЗАЦИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА МЕХАНИЗМА КАЧАНИЯ КРИСТАЛЛИЗАТОРА**

**Дружилов Ал.С.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Кунинин П.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Кристаллизатор является одной из ключевых частей машины непрерывного литья заготовок. Он обеспечивает нужное сечение выпускаемых заготовок, а так же позволяет добиться необходимой гладкости металла, отсутствия трещин и других дефектов заготовок. На этот механизм ложится ответственная задача создания затвердевшей корки металла, который непрерывно проходит через него.

Основной особенностью данного технологического механизма является нелинейная функциональная зависимость нагрузочного момента от угла поворота ротора. Так как приведение кристаллизатора в движение осуществляется от эксцентрикового редуктора (или кривошипно-шатунного механизма), то нереверсивное вращение вала двигателя передаётся в реверсивное (возвратно-поступательное) линейное движение качающегося стола, что определяет изменяющийся момент инерции всего механизма.

Другой особенностью рассматриваемого электропривода является необходимость создания жёстких электромеханических характеристик для того, чтобы при резко переменном моменте нагрузки поддерживать стабильную скорость качания на заданном уровне.

Основные требования, предъявляемые к электроприводу механизма качания кристаллизатора:

- Колебания средней скорости качания стола кристаллизатора относительно заданного значения не должны превышать 2%, чтобы не было значительного отклонения от оптимального значения разности скоростей кристаллизатора и слитка в полупериоде опускания на интервале опережения кристаллизатором слитка и длительности этого интервала. Значительные колебания скорости двигателя кристаллизатора отрицательно сказывается на качестве слитка, сроке службы кристаллизатора, устойчивости работы системы автоматического поддержания уровня жидкой стали в кристаллизаторе;

- Для улучшения технологического процесса должно осуществляться не поддержание средней скорости качания на одном уровне, а чёткое согласование линейной скорости кристаллизатора со скоростью протяжки металла в тянущих клетях (при прямом ходе кристаллизатора), а так же быстрый возврат стола кристаллизатора в верхнее положение (при обратном ходе);

- Для изменения скорости качания от 20 до 120 колебаний требуется

соответственно диапазон регулирования  $D=6:1$ . Но с учётом работы на пониженной скорости (в наладочном режиме 5-10% от номинальной т.е. 10-20 об/мин) диапазон регулирования должен быть не менее 20:1.

Основными предпосылками при построении системы управления являются:

1) Необходимость быстрой отработки переменного момента нагрузки, а так же быстрой подстройка в условиях изменяющегося в пределах 60% момента инерции механизма. Следовательно, нужна САУ, которая способна обеспечивать быстроедействие на высоком уровне;

2) Необходим контроль и ограничение тока, для того чтобы избежать режимов повреждения двигателя, без ограничения быстрогодействия системы (нужна оптимизация алгоритма ограничения выходных сигналов регуляторов);

3) Нужна компенсация переменного момента инерции и момента нагрузки;

4) Необходимость увеличения качества металлических слитков.

Исходя из этого, возможно выделить некоторые аспекты модернизации системы управления, использованные нами:

1) Быстроедействие САУ (относительно стандартной системы подчинённого регулирования) существенно увеличивается благодаря настройке регуляторов по системе быстрых и медленных движений [Кунин П.Н., Богдановская Т.В., 2007, С. 407 – 411];

2) Для компенсации нагрузки, связанной с переменностью момента инерции механизма, а так же с переменностью статического момента, применён блок компенсации в контуре тока [1, с. 65].

3) Для увеличения качества изготавливаемых слэбов нами применено формирование несинусоидального закона изменения скорости движения стола кристаллизатора (а соответственно и скорости двигателя). Для этого необходимо применение нестандартного задатчика интенсивности, который будет составляющей частью системы управления.

4) Применение задатчика интенсивности с нестандартным формированием задания может привести к перегрузке силовой части электропривода. Для ограничения тока двигателя и наибольшего быстрогодействия системы целесообразно использовать модуль коррекции с элементами прогнозирования и переменной структурой.

Структурная схема, выполняющая все перечисленные требования, представлена на рисунке 1. Она состоит из трех контуров: тока, скорости и положения. Контур тока и скорости позволяют системе работать с наибольшей точностью и быстрымдействием, а так же гибко контролировать ток, чтобы защитить электропривод от перегрузок. Контур положения необходим для расчёта нагрузки, связанной с переменностью момента инерции, а так же статического момента нагрузки. Для определения угла поворота вала двигателя не требуется отдельный датчик, так как используется фотоэлектрический энкодер, позволяющий измерять не только скорость, но и положение вала электродвигателя.

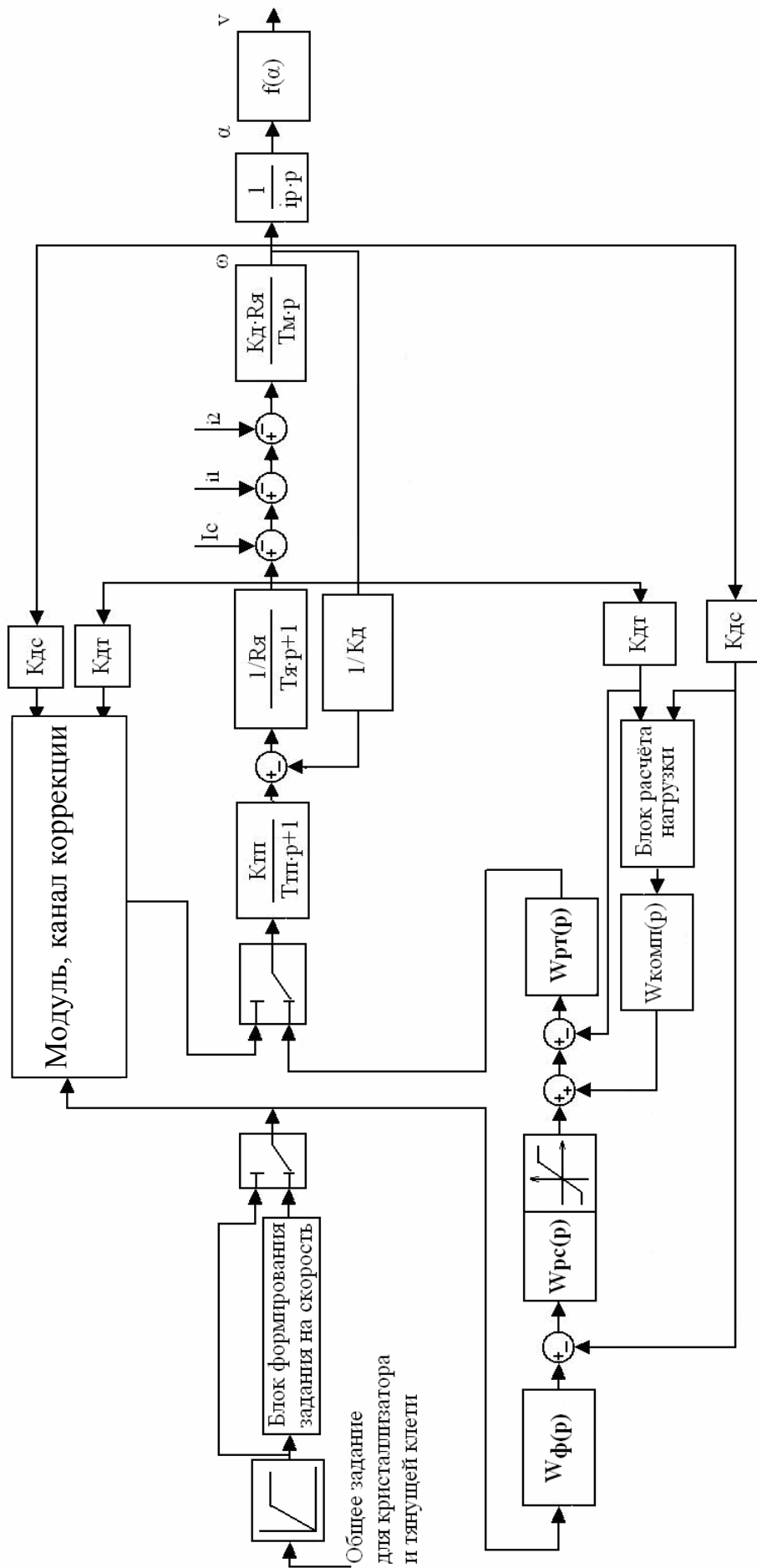


Рисунок 1 – Структурная схема системы

Система управления имеет переменную структуру, включающую в себя две ветви: система подчинённого регулирования и канал коррекции. Это необходимо для того, чтобы система имела максимальную стабильность и была оптимальна как на высоких, так и на низких скоростях качания

Увеличение качества металла, получаемого на выходе кристаллизатора достигается за счёт изменения закона качания стола кристаллизатора. Идеальный закон изменения скорости кристаллизатора должен быть прямоугольным. Реально скорость изменяется по синусоиде:

$$\omega_{\text{дв}}(\alpha) = \frac{\omega_3}{\sqrt{2} \cdot \sin \alpha},$$

где  $\omega_3$  – задание на скорость двигателя (постоянное) от оператора;

$\alpha$  – угол поворота вала двигателя.

Для того, чтобы компенсировать отставание задания от действительного положения вала двигателя (так как от него зависит нагрузка на двигатель), используем инерционно-форсирующее звено с передаточной функцией:

$$W_{\text{комп.т}}(p) = \frac{K_{\text{ос}}(2\xi_2 T_{\text{п}} p + T_6)}{T_{\text{д}} p + 1}.$$

Для учёта воздействия изменения момента инерции механизма воспользуемся уравнением, содержащим и статические и динамические составляющие тока в относительных единицах [1, с. 65]:

$$I - I_c = K\Phi \left( (T_{\text{м.ср}} J \frac{d\omega}{dt} + T_{\text{м.ср}} \frac{\omega^2}{2} \cdot \frac{dJ}{d\alpha} + T_{\text{м.ср}} \frac{d\omega}{dt}) \right),$$

где  $T_{\text{м.ср}}$  – среднее значение электромеханической постоянной времени.

Отдельные составляющие тока:

$$I_1 = K\Phi T_{\text{м.ср}} J \frac{d\omega}{dt},$$

$$I_2 = K\Phi T_{\text{м.ср}} \frac{\omega^2}{2} \cdot \frac{dJ}{d\alpha}.$$

Исходя из этих функций, находим передаточную функцию блока компенсации нагрузочных токов. Передаточная функция контура тока (при настройке по системе с быстрыми и медленными движениями):

$$W_{\text{к.т}}(p) = \frac{1/K_{\text{от}}}{T_{\text{п}}^2 p^2 + 2\xi_1 T_{\text{п}} p + 1}.$$

Компенсационная связь по ЭДС может быть выражена в виде передаточной функции:

$$W_{\text{комп.т}}(p) = 1/W_{\text{к.т}}(p) = K_{\text{от}} (T_{\text{п}}^2 p^2 + 2\xi_1 T_{\text{п}} p + 1).$$

Так как данное звено не реализуемо, то пренебрегая слагаемым  $T_n^2 p^2$ , его можно представить в виде упругого звена:

$$W_{\text{комп.т}}(p) = \frac{K_{\text{от}}(2\xi_1 T_n p + 1)}{T_d p + 1},$$

где  $T_d$  – постоянная времени в инерционно-форсирующем звене, которую целесообразно принять наименьшей из возможных.

$$W_{\text{комп.т}}(p) = \frac{K_{\text{от}}(2\xi_1 T_n p + 1)}{T_d p + 1}.$$

Для обеспечения большей стабильности работы системы на различных скоростях качания, нами была предусмотрена переменная структура системы управления, частью которой является канал коррекции с функциями прогнозирования на основе модельного подхода. Действие этой системы управления основывается на пробном изменении управляющего воздействия в ту или другую сторону и его оценки.

Результаты моделирования САУ ЭП (в относительных единицах) при средней скорости качания кристаллизатора 60 качаний в минуту представлены на рисунке 3:

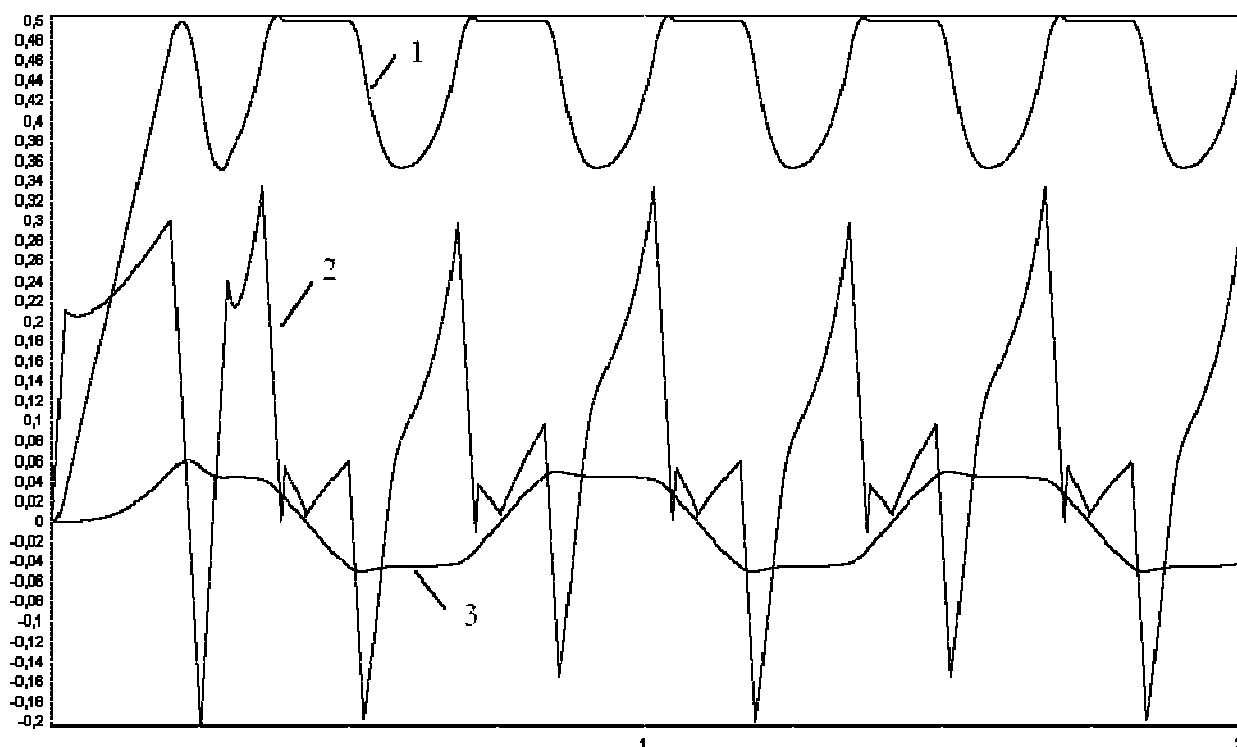


Рисунок 3 – Переходные процессы в системе управления

На рисунке: 1–График скорости вала двигателя; 2–График тока двигателя; 3–График изменения линейной скорости кристаллизатора.

Канал коррекции позволяет контролировать и ограничивать не только величину тока, но и величину производной тока, что приводит к повышению

срока службы двигателя. Кроме того, система управления показывает хорошие результаты, как в режиме отработки задания, так и в режиме астатической отработки нагрузки. Минусом данной системы является её существенная зависимость от точности определения параметров модели объекта управления.

Алгоритм функционирования системы управления с адаптацией представлен на рисунке 4:

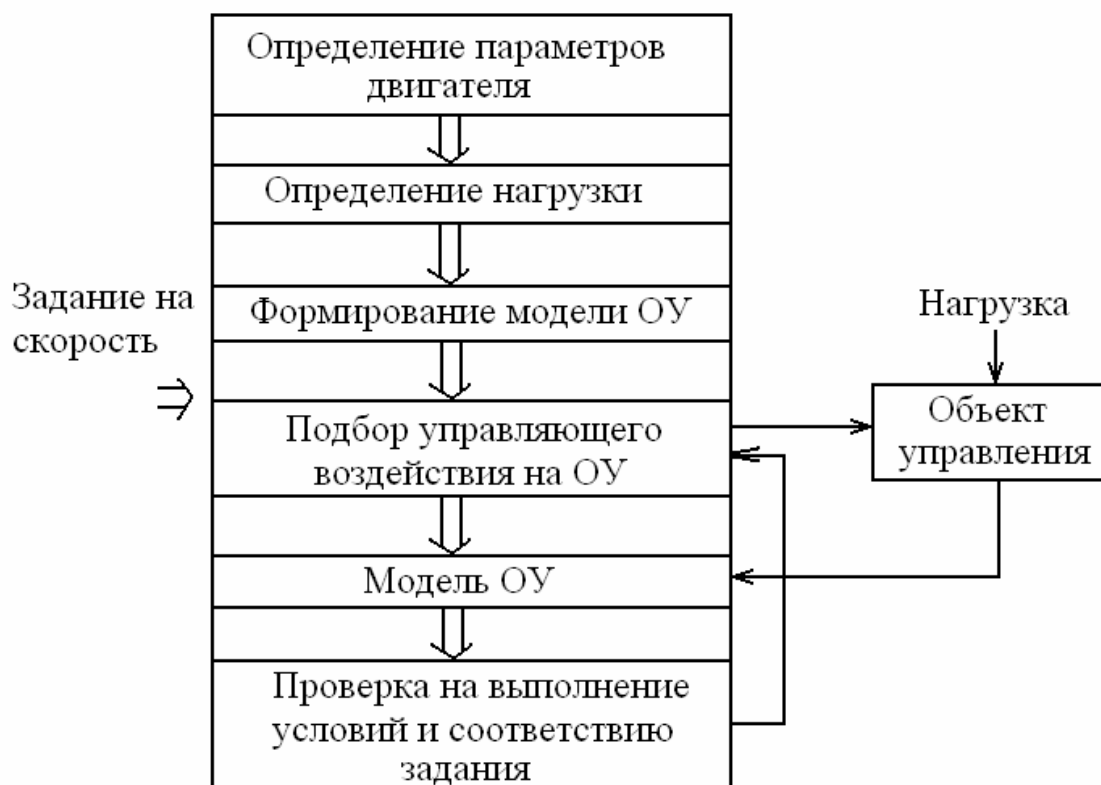


Рисунок 4 – Алгоритм функционирования системы управления

#### Библиографический список

1. Кунин П.Н., Паунов А.М. Динамика электропривода с переменными маховыми массами. Управление электромеханическими объектами в горной промышленности: межвузовский сборник научных трудов под ред. Л.Я. Гимельшейна. – Кемерово.: Кузбасский политехнический институт, 1980. – с. 64 – 99.

2. Кунин П.Н. Синтез алгоритмов и проблемы программирования микроконтроллерных систем управления. Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. Труды VI всероссийской научно-практической конференции / П.Н. Кунин, А.С. Дружилов, А.С. Дружилов. – Новокузнецк.: Издательский центр СибГИУ, 2007. – с. 411 – 415.

3. Кунин П.Н. Синтез алгоритмов регуляторов систем с медленными и быстрыми движениями. Системы автоматизации в образовании, науке и производстве. Труды VI всероссийской научно-практической конференции / П.Н. Кунин, Т.В. Богдановская. – Новокузнецк.: Издательский центр СибГИУ, 2007. – с. 407 – 411.

## АЛГОРИТМ МИКРОКОНТРОЛЛЕРОГО ЗАДАТЧИКА ИНТЕНСИВНОСТИ

Дружилов Ар.С.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Кунинин П.Н.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Целью данной работы является разработка и реализация алгоритма задатчика интенсивности (ЗИ) второго порядка для микропроцессорного узла задания скорости главного привода стана 800 рельсобалочного цеха ОАО НКМК. ЗИ должен удовлетворять следующим требованиям:

- 1) Ограничение производной и ускорения (рывка) скорости;
- 2) Задание рывка для каждой зоны движения, определяемых семью положениями командоаппарата оператора.

- 3) Задание индивидуальных параметров ЗИ для различных положений командоаппарата и различных зон движения;

- 4) Точность работы ЗИ не хуже 1% от максимального задания, включая малые изменения задания, когда первый интегратор ЗИ не входит в режим ограничения.

В работе [1] предложен алгоритм ЗИ, в основном удовлетворяющий вышеизложенным требованиям. Однако в работе [1] решена задача автоматического ограничения темпа изменения тока двигателя, которое задается из условий, накладываемых технологическим процессом или паспортными ограничениями на максимальное допустимое значение производной тока. Возможность произвольного изменения величины рывка не предоставляется.

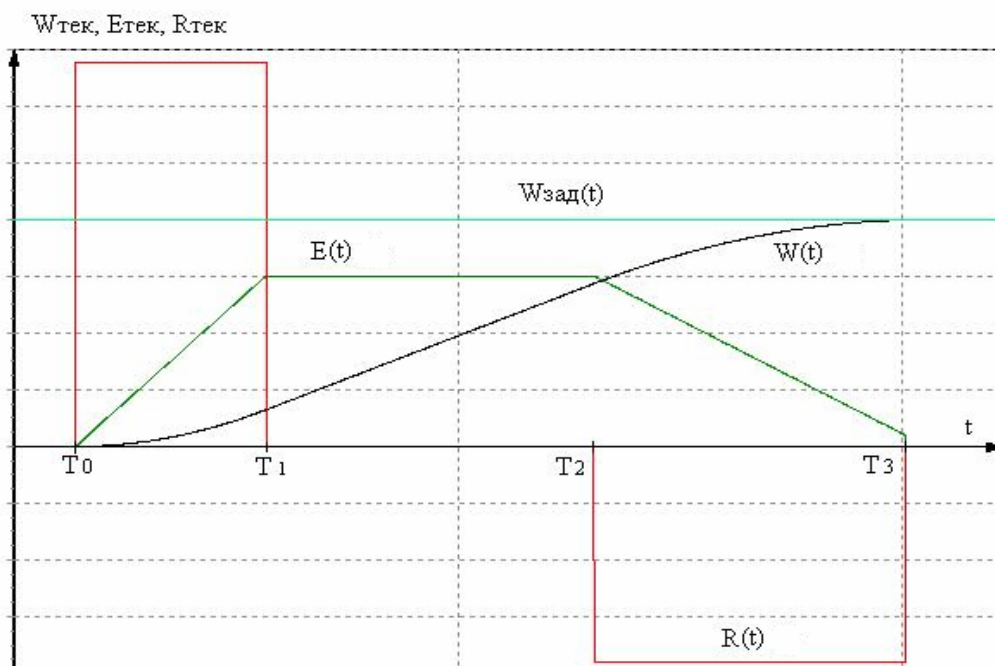


Рисунок 2 – Временные диаграммы работы ЗИ

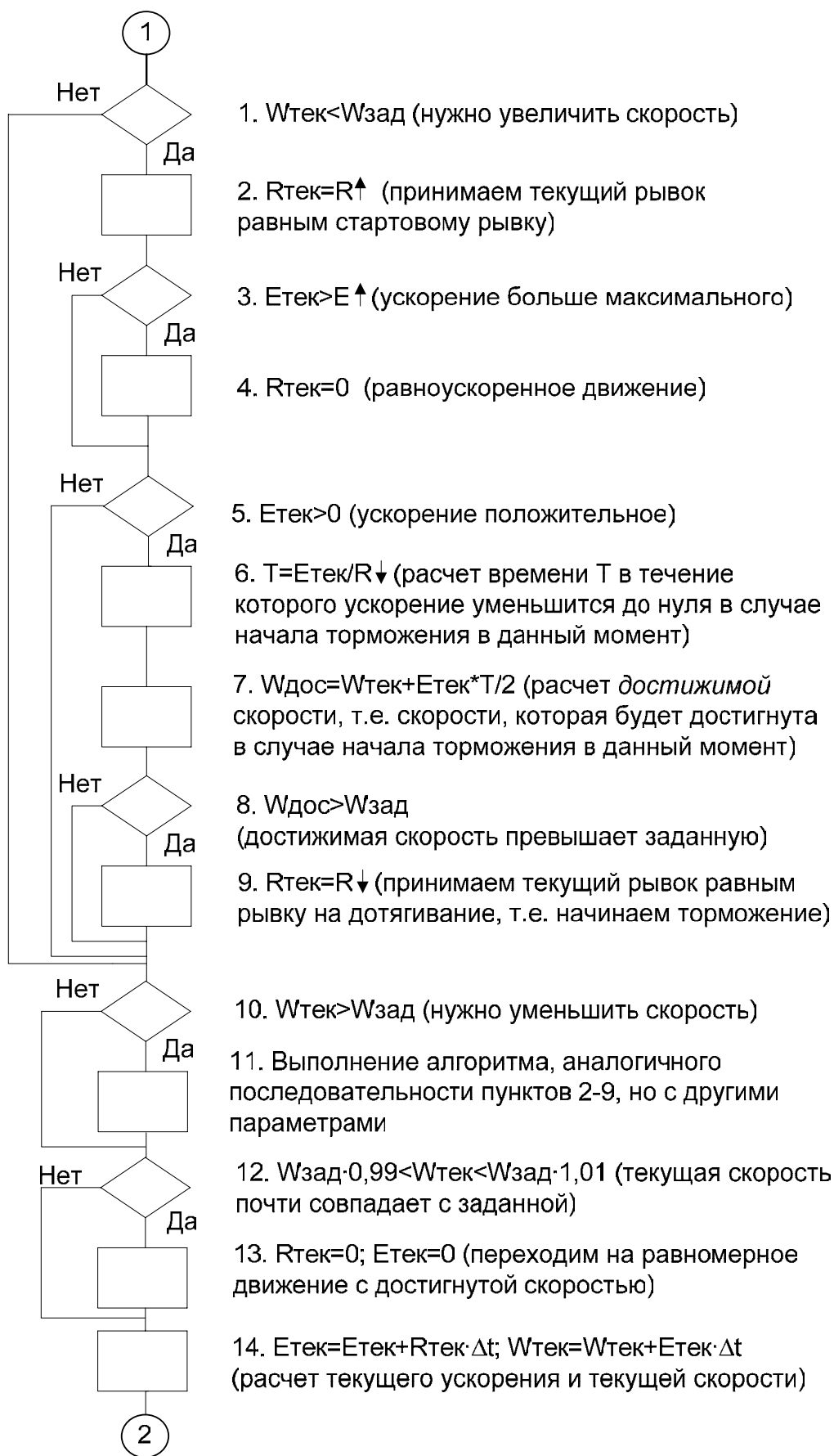


Рисунок 3 – Алгоритм работы ЗИ



```

procedure Work;
begin
if W[i-1]<Wzad[i] then begin
R[i]:=R1[zona[i]];
if E[i-1]>=E1[zona[i]] then R[i]:=0;
if E[i-1]>=0 then begin
T[i]:=-E[i-1]/R2[PC[i]];
Wdos[i]:=W[i-1]+E[i-1]*T[i]/2;
if Wdos[i]>=Wzad[i] then
R[i]:=R2[PC[i]];
end;
end;

if W[i-1]>Wzad[i] then begin
R[i]:=R3[zona[i]];
if E[i-1]<=E2[zona[i]] then R[i]:=0;
if E[i-1]<=0 then begin
T[i]:=-E[i-1]/R4[PC[i]];
Wdos[i]:=W[i-1]+E[i-1]*T[i]/2;
if Wdos[i]<=Wzad[i] then
R[i]:=R4[PC[i]]; end; end;
E[i]:=E[i-1]+R[i]*dt;
if (W[i-1]>=0.999*Wzad[i])
and
(W[i-1]<=1.001*Wzad[i]) then
begin R[i]:=0; E[i]:=0; end;

W[i]:=W[i-1]+E[i]*dt;
end;

```

//Проверка условия необходимости увеличения скорости  
//Принимаем текущий рывок равным стартовому рывку в той зоне движения, в которой находится текущая скорость  
//Проверка условия достижения максимального ускорения для данной зоны движения; в случае выполнения текущий рывок принимается равным нулю  
//Проверка условия положительности текущего ускорения  
//Расчет времени T и достижимой скорости (см. алгоритм на рисунке 3)  
//Проверка условия превышения достижимой скорости над заданной; в случае выполнения принимаем текущий рывок равным рывку на дотягивание  
//Аналогичные операции, но уже для условия необходимости уменьшения скорости  
//Расчет текущего ускорения  
//Проверка достижения текущей скоростью заданной величины с некоторой погрешностью  
//Переходим на равномерное движение с достигнутой скоростью  
//Расчет текущей скорости

Рисунок 4 - Фрагмент программы моделирования поведения ЗИ, разработанной по вышеприведенному алгоритму в среде Borland Delphi 7

Временные диаграммы, иллюстрирующие работу ЗИ, приведены на рисунке 2, а соответствующий им предлагаемый алгоритм - на рисунке 3.

На рисунке 2 обозначено:

$W_{\text{зад}}(t)$  – задание на скорость, поступающее от оператора через дискретный командоаппарат (имеющий 7 положений, включая и реверс);

$W(t)$  – текущее изменение задания на скорость двигателя, вырабатываемое ЗИ;

$E(t)$  – график текущего ускорения;

$R(t)$  – график изменения текущего рывка.

На рисунке 4 приведен фрагмент программы, моделирующей работу ЗИ, разработанной и реализованной по вышеприведенному алгоритму в среде программирования Borland Delphi 7.

#### Библиографический список

1. Кунин П.Н. Автоматизированный электропривод и промышленная электроника : научные труды Третьей Всероссийской научно-практической конференции / под. общей ред. В.Ю. Островляника, П.Н. Кунина. – Новокузнецк : Изд-во СибГИУ, 2006.– 300 с.

УДК 62-83(075.8)

### **ДВУХДВИГАТЕЛЬНЫЙ СТЕНД МИКРОКОНТРОЛЛЕРНОГО УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЯМИ ПЕРЕМЕННОГО И ПОСТОЯННОГО ТОКА С ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕМ НАГРУЗОЧНЫХ ДИАГРАММ**

**Желудков С.Ю., Борисов С.Н.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Кунин П.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Системы векторного управления асинхронными двигателями с короткозамкнутым ротором (АД) постепенно вытесняют системы постоянного тока, не уступают им в точности, но не обеспечивают аналогичного качества переходных процессов. В настоящее время электропривод на основе АД интенсивно развивается в направлении усовершенствования динамических процессов и расширения области их применения в качестве регулируемого привода, учитывая, что на динамику системы существенное влияние оказывает характер изменения нагрузочных диаграмм рабочих машин.

В данной статье рассматривается стенд, разработанный для исследования динамических процессов векторного управления АД механизмов с различными нагрузочными диаграммами, формируемые за счет управления током двигателя постоянного тока М. Функциональная схема стенда приведена на рисунке 1.

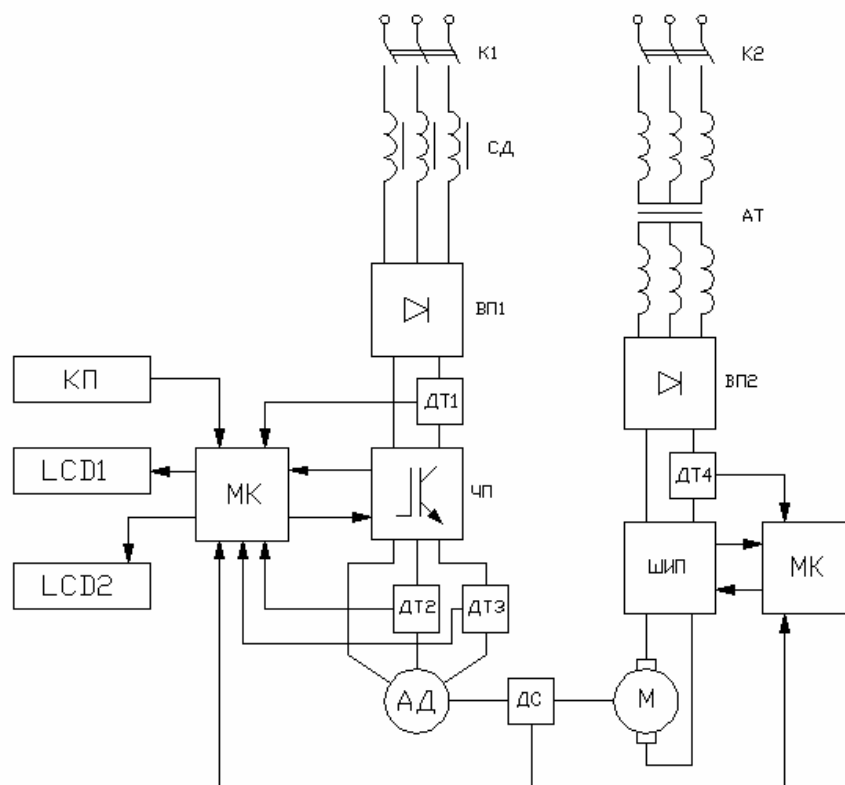


Рисунок 1 – Функциональная схема стенда

Электромеханическая часть стенда представляет собой два электропривода, двигатели которых работают на общий жесткий вал. Первый электропривод на АД с частотным преобразователем ЧП на базе инвертора напряжения и микроконтроллерным управлением МК предназначен для разработки и исследования систем векторного управления с улучшенными динамическими характеристиками. Второй электропривод построен на базе двигателя постоянного тока независимого возбуждения М и также управляется от микроконтроллера через широтно-импульсный преобразователь ШИП. Его назначение – формирование нагрузочных диаграмм механизмов различного назначения. На рисунке 1 также обозначено: ВП1, ВП2–трёхфазный диодные мосты; ДТ1, ДТ2, ДТ3, ДТ4–датчики тока; ДС-инкрементный энкодер; СД–трёхфазный сетевой дроссель; АТ–трансформатор; К1, К2–автоматические выключатели; КП - кнопочная панель управления; LCD1, LCD2 – жидкокристаллические дисплеи.

Принципиальная схема системы векторного управления АД приведена на рисунке 2. Она состоит из силового и управляющего модулей. В силовой модуль входят сетевой фильтр L1, неуправляемый выпрямитель VD1, емкостной фильтр на конденсаторах C4 и C5. Модуль управления построен на основе микроконтроллера dsPIC30F4011, сочетающий в себе свойства обычного и сигнального процессоров, поскольку помимо шестнадцатиразрядного процессора имеет сорока разрядный сигнальный процессор. Положительным свойством микроконтроллера является также аппаратный модуль умножения знаковых и без знаковых чисел. Кроме того, в состав микроконтроллера входит модуль обработки данных инкрементного

фотоимпульсного или магнитного энкодера – датчика скорости.

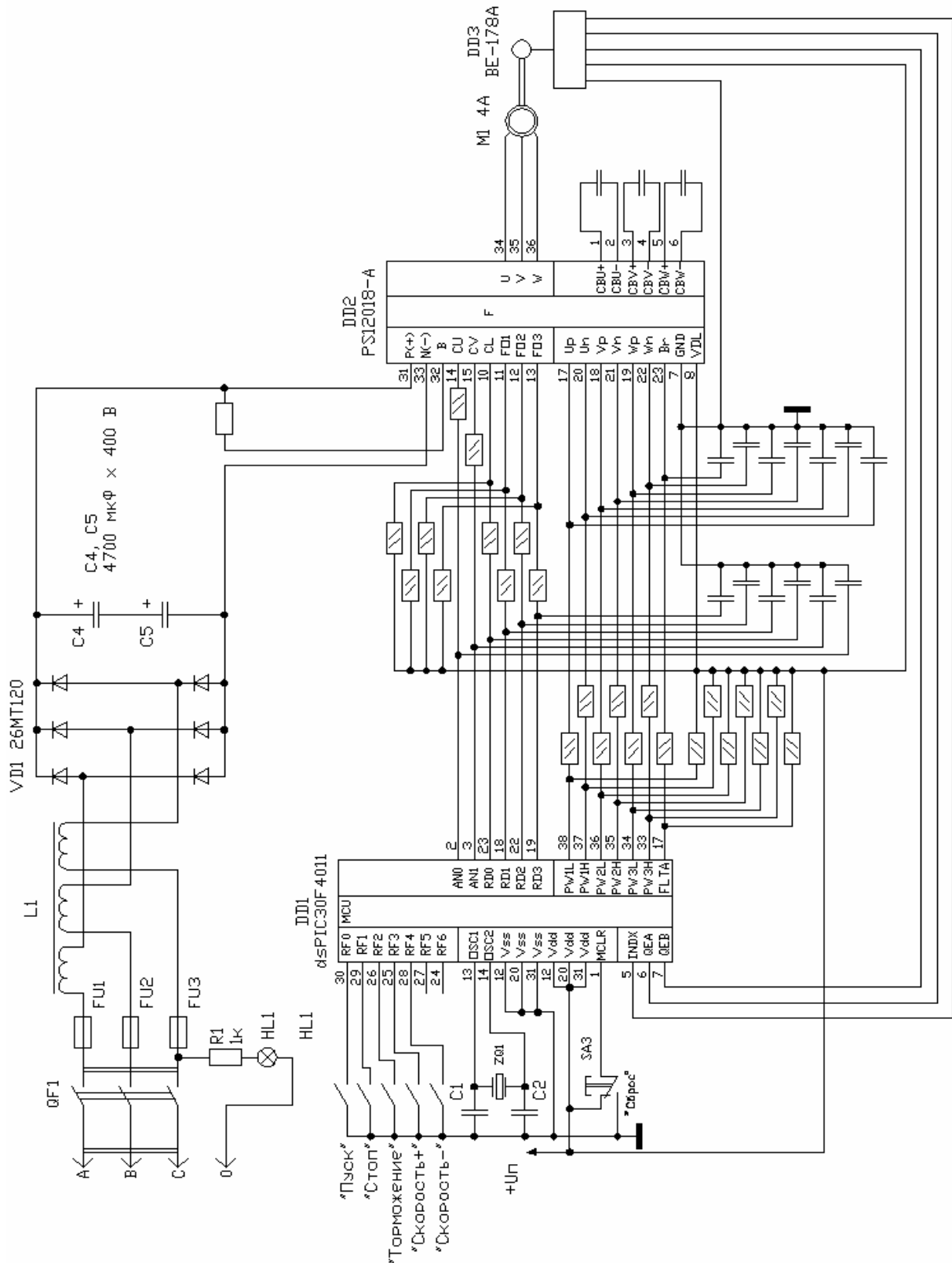


Рисунок 2 - Принципиальная схема системы векторного управления АД

В качестве преобразователя частоты используется интеллектуальный блок трёхфазного мостового IGBT инвертора PS12018 А (рисунок 3), представляющего собой интегрированную совокупность нескольких

элементов: трёхфазного силового модуля на IGBT транзисторах с обратными диодами; IGBT транзистор, для осуществления динамического торможения; схемы защит: минимально токовую защиту, защиту от перегрузки транзисторов, защиту от перенапряжения на транзисторных ключах, защиту от короткого замыкания, защиту от перегрева; интеллектуальный модуль для управления инвертором; встроенные датчики тока. Интеллектуальный модуль вырабатывает данные о величине токов в фазах, величину ошибки, сигналы о неисправностях или предупреждающие сигналы.

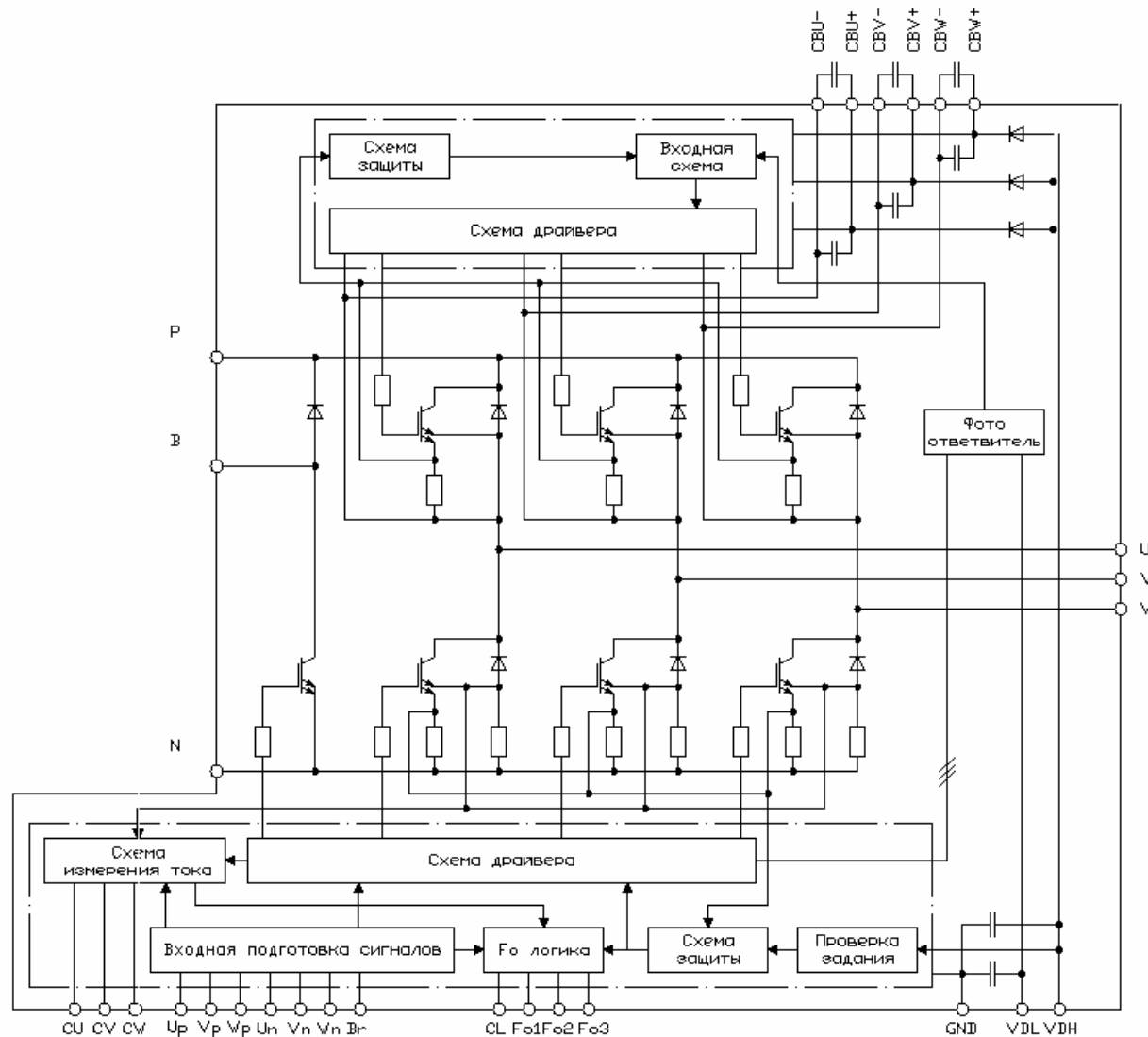


Рисунок 3 – Функциональная схема трёхфазного IGBT инвертора

Для синтеза регуляторов была создана аналоговая модель системы управления АД. На основе этой модели рассчитаны цифровые регуляторы, которые послужили основой для создания алгоритмов программы микроконтроллера.

За основу структурной схемы (рисунок 4) взята система, предложенная в [1]. Если использовать ограничение только выходной переменной регулятора, то это приводит к накоплению интегральной составляющей, хотя выход ограничителя поддерживается на уровне ограничения.

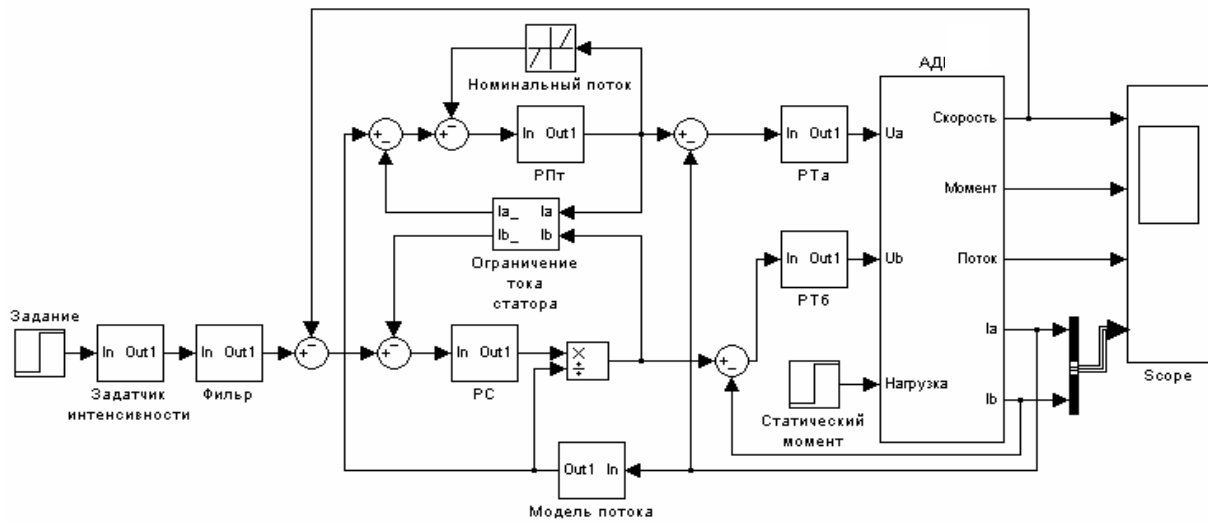


Рисунок 4 – Аналоговая модель системы управления АД

Накопление происходит потому, что ограничение выхода регулятора не останавливает процесс интегрирования интегрирующей составляющей и выход регулятора увеличивается и превышает уровень на выходе ограничителя. Следствием накопления интегральной составляющей является значительное перерегулирование и увеличение времени переходных процессов.

Поэтому ограничение потока ротора реализовано с помощью отрицательной обратной связи, которая включается только при превышении выхода регулятора максимального значения. Программно такое ограничение реализуется сохранением тех значений переменных состояния, которые имели место в момент достижения выходной переменной регулятора уровня ограничения до тех пор, пока выход регулятора не станет меньше уровня ограничения.

Максимальный ток статора ограничим не по отдельным координатам, а по модулю вектора. То есть, координаты  $\alpha$  и  $\beta$  ограничиваются одновременно сохранением значений переменных состояния, при превышении модуля вектора тока статора максимального значения. Модуль вектора тока статора рассчитывается как корень из суммы квадратов координат тока  $\alpha$  и  $\beta$ . Это предотвращает изменение угла поворота вектора тока при ограничении отдельных координат.

Регуляторы скорости и момента на валу двигателя объединены в один регулятор скорости с входным фильтром.

В векторную модель не включены блоки инвертора напряжения (ШИМ), что значительно упростило систему. Это стало возможным благодаря высокому быстродействию IGBT-модуля, максимальная частота модуляции которого составляет 15 кГц, а время переключения транзисторов составляет приблизительно 300 нс. Поэтому данный модуль оказывает незначительное влияние только на начало переходного процесса.

Управление двигателем постоянного тока М (рисунок 5) осуществляется таким образом, чтобы создать ток, пропорциональный

моменту нагрузочной диаграммы исследуемого механизма (рисунок 5). Управление также осуществляется от микроконтроллера. Скорость вращения АД является возмущением  $M$ . Поэтому для компенсации ее искажающего влияния используется положительная обратная связь по скорости.

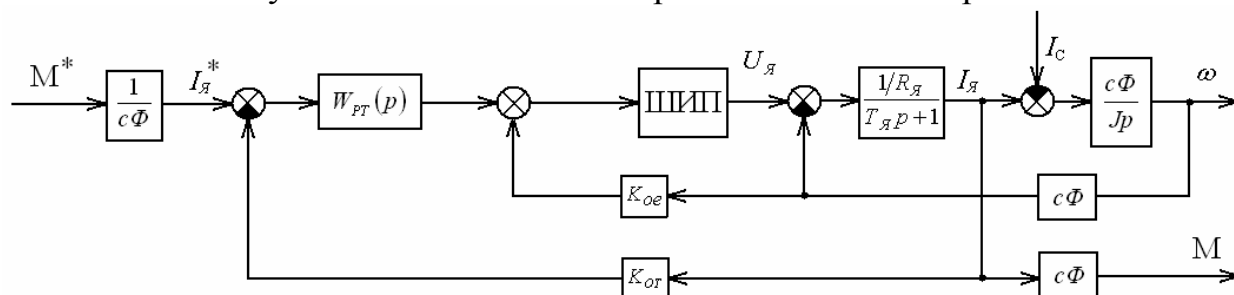


Рисунок 5 – Структурная схема системы управления ДПТ

### Библиографический список

1. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: Учебник для студентов ВУЗов – М.: АСАДЕМА, 2006. – 265 с.

УДК 62-83-52

## МЕХАНИЗМ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ СТОЛА ГАЗОВОЙ РЕЗКИ СОРТОВОЙ МНЛЗ ККЦ 2 ЗСМК

Кошкин М.Ю.

Научный руководитель: к.т.н., доцент Кунинин П.Н.

Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк

Механизм предназначен для перемещения стола газовой резки со скоростью проката, и возврат в положение парковки без ударов об упор.

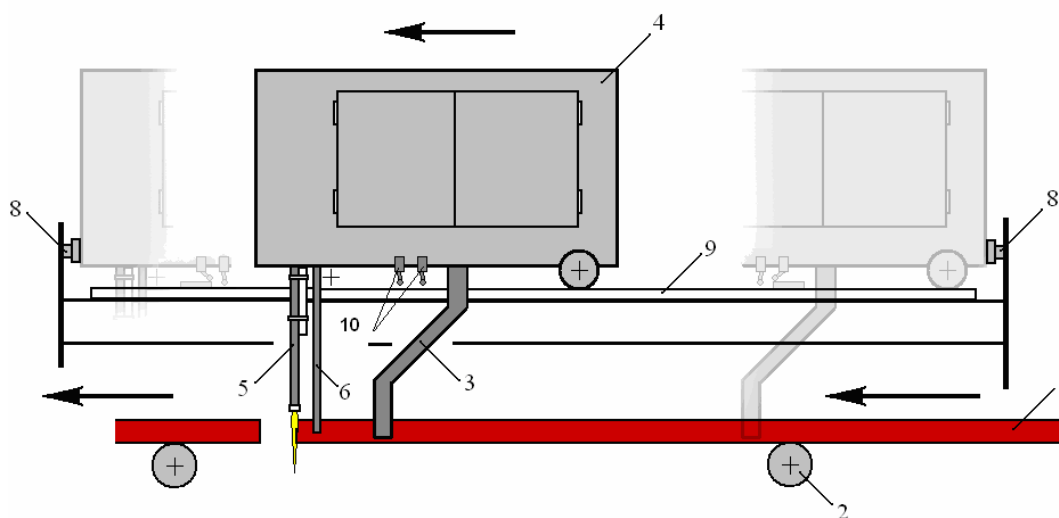


Рисунок 1 – Схематическое изображение стола газовой резки

Механизм (рисунок 1) режет заготовки 1, которые транспортируются рольгангом 2. Машина ожидает старта резки в позиции парковки. Цикл реза начинается после прохождения мерной длинны. После чего происходит запуск двигателя и телега 4 начинает разгон до скорости разливки. Через 1с происходит смыкание тисков 3. Через семь секунд после начала движения телеги резательная горелка 5 начинает поперечный рез заготовки. Позиция горелки 5 контролируется сельсином и отсчитывается от щупа 6. Как только заготовка будет отрезана, тиски разжимаются и телега, со скоростью 6000мм/мин, возвращается на исходную позицию. Цикл реза окончен, машина готова к следующему резу. Для ограничения хода телеги служат буфера 8. Контроль парковки и отсутствия переезда осуществляется с помощью металлических пластин, замыкающих путевые выключатели 10 переезда и парковки.

Управление существующей системой привода производится с использованием:

- Контроллера Simatic S5–135U, который осуществляет управление всеми приводами отдельного ручья.

- Частотно регулируемого преобразователя Micromaster 440, который обменивается с контроллером словами управления и состояния по шине Profibus. Величина задание на скорость движения вперед по ходу разливки и скорость возврата формируется исходя из скорости прохождения стали через ручей и передается вторым словом управления. Задающее воздействие устанавливается в слове выходов контроллера Simatic S5–135U после отсчета длительности заготовки. Преобразователь Micromaster 440 настроен на управление по U/f характеристике, без датчика скорости с обратной связью по току статора.

- Инкрементного энкодера Kubler 8.5803.P25Y.1250, установленного на ведомом валу тянущеправильной машины, с помощью которого измеряется скорость разливки и длина заготовки.

Для поддержания постоянства потокосцепления статора в соответствии с U/f-характеристикой применяются модули IR-компенсации и  $U_d$ -коррекции. Повышение «жесткости» механической характеристики электропривода при изменении нагрузки достигается с помощью модуля компенсации скольжения.

При эксплуатации существующей системы возникают дефекты реза. Брак дефекта реза за предыдущий год составил 0,004%. При плановой производительности МНЛЗ 1 100 000 тонн в год что составляет 44 тонны, или около 185 тысяч рублей.

Возникают проблемы залипания путевых переключателей и их неоднозначного положения (норма сопротивления 3 Ом при срабатывании, бесконечность – если не сработал, при залипании – порядка 80 Ом), что делает невозможным работу без замены переключателей во время разливки.

Причины:

Несмотря на небольшой диапазон регулирования, система неточно отслеживает изменение скорости разливки в динамическом режиме.



В установившемся режиме наблюдается рассогласование скоростей заданной и реальной, для устранения чего в программу вводят поправочный эмпирический коэффициент.

Отсутствует система дублирования путевых переключателей, которую можно задействовать переключив функциональный блок в контроллере.

Можно решить данные проблемы, применив векторное управление приводом, что даст большую точность в динамических режимах, и установкой энкодера на механизме перемещения для измерения реальной скорости и в режиме счета импульсов – для определения позиции. Выход энкодера заведем на вход преобразователя (для реализации прямого определения скорости) и контроллера, для тестирования работы энкодера (при большой разнице заданной и текущей скорости следует выдавать ошибку). Привод тисков при этом переводится в резерв, восстановить управление им возможно переключив функциональный блок в контроллере.

Настройка преобразователя на векторное управление осуществляется изменением списка параметров с помощью программы Starter.

В Micromaster 440 предусмотрена возможность автоматического расчета регуляторов при работе на номинальную нагрузку. Можно предварительно рассчитать регуляторы, а затем в процессе работы выполнить их параметризацию автоматически.

Отсчет позиции и скорости в контроллере с помощью счетного модуля IP240 и 4-х стандартных функциональных блоков, 2-х параметрирующих и 2-х управляющих.

Модернизированная система управления также как и исходная включает в себя:

- Контроллер Simatic S5–135U;
- Модульную станция распределенного ввода-вывода ET 200M;
- Частотно регулируемый преобразователя Micromaster 440 в режиме векторного управления асинхронным двигателем на основе модели магнитного потока с датчиком скорости [1];
- Энкодер на валу NGV (задающий скорость);
- Датчик скорости – энкодер на механизме перемещения – для контроля скорости и позиции.

В область входов преобразователя пересылаются слова управления с контроллера. Для управления приводом достаточно 2-х слов управления и 1-го слова состояния (таблицы 1, 2).

Таблица 1 – Значения битов первого слова управления приводом

Бит	Состояние	Комментарий	Состояния для МГР
0	off->on	Откл.1 Приводит преобразователь в состояние готовности к работе, направление вращения задается 11 разрядом Останов, обратный ход по рампе разгона, блокировка импульсов при $f < f_{min}$	off->on, on->off

Продолжение таблицы 1

Бит	Состояние	Комментарий	Состояния для МГР
1	on->off	Откл 2. немедленная блокировка импульсов, выбег привода	off->on, on->off
2	on->off	Откл 3. быстрый останов: останов с кратчайшим временем обратного хода	off->on, on->off
3	On	Регулирование и импульсы инвертора деблокированы	On
4	on->off	Блокирование датчика разгона (Выход датчика разгона устанавливается на 0 (максимально быстрое торможение), преобразователь остается в состоянии ВКЛ.)	On
5	On	Деблокирование датчика разгона	On
6	On	Деблокирование уставки	On
7	off->on	Сбой квитируется по положительному фронту, преобразователь после этого переходит в состояние запрета на включение.	off->on, on->off
8	On	Толчок вправо	Off
9	On	Толчок влево	Off
10	On	Мастер передает действующую уставку	On
11	On	РЕВЕРС (Двигатель при положительной уставке вращается влево)	off->on, on->off
12	On	Резерв	Off
13	On	Потенциометр двигателя вверх	Off
14	On	Потенциометр двигателя вниз	Off
15	Off	При управлении от Master не используется	Off
<b>Телега - DB133</b>			

Во втором слове управления передается задание на скорость.

Таблица 2 – Значения битов первого слова состояния привода

Бит	Состояние	Комментарий	Состояния для МГР
0	off->on	Готовность к включению (Питание включено, электроника в исходном состоянии, импульсы заперты)	On
1	on->off	Преобразователь включен (подана команда на ВКЛ.), дефектов нет. При поступлении команды «Работа разрешена» происходит пуск преобразователя.	on,off
2	off->on	Работа разрешена	on,off
3	on	Наличие неисправности (Привод неисправен и поэтому отключен, после устранения неисправности и квитирования действует блокировка включения.)	Off
4	off->on	Поступила команда ОТКЛ.2	On
5	off->on	Поступила команда ОТКЛ.3	On

*Продолжение таблицы 2*

Бит	Состояние	Комментарий	Состояния для МГР
6	on	Блокировка включения (Повторное включение только через ОТКЛ.1 и затем ВКЛ)	on,off
7	on	Поступило предупреждение (Привод остается в работе.)	Off
8	off	Рассогласование заданных и фактических значений отсутствует	on,off
9	on	Требуется, чтобы мастер взял управление на себя	On
10	off	Исходная частота преобразователя больше или равна максимальной частоте	Off
11	off	Предупреждение: предельный ток двигателя	On
12	on	Сигнал может быть использован для управления тормозом	On
13	off	Перегрузка двигателя	On
14	on	Правый ход	on,off
15	off	Перегрузка преобразователя	On

Библиографический список

1. Соколовский Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник для студ. высш. учеб. заведений [Текст] / Г.Г. Соколовский. – М.: Издательский центр «Академия», 2006. – 272 с.

УДК 62-83-52

**УЗЕЛ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИМИ РАЗДВИЖНЫМИ ДВЕРЯМИ ЛИФТА ЛАБОРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ**

**Крючков Ф. В., Обшаров Д.М., Григорьев В.М.,  
Радаев А.С., Гайдуков В.В.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Кунинин П.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Для управления лифтом разработаны три варианта систем управления: на логических элементах, на промышленном контроллере Somat [1] и однокристальном микроконтроллере PIC16F84A. На рисунке 1 приведена система системы управления лифтом, построенная на логических микросхемах. В лабораторной установке лифта механизм открывания дверей выполнен на длинноходовых электромагнитах постоянного тока. Закрываются двери при помощи возвратных пружин.

Схема обеспечивает следующие режимы работы: быстрое открывание двери при нажатии на кнопку вызова, если кабина находится на данном этаже, откуда поступил вызов, или автоматическое открывание после

прибытия кабины на этаж вызова, или назначения. Закрывание двери после входа пассажиров в кабину и нажатия одной из кнопок приказов; закрывание двери после выхода пассажира на каждой остановке.

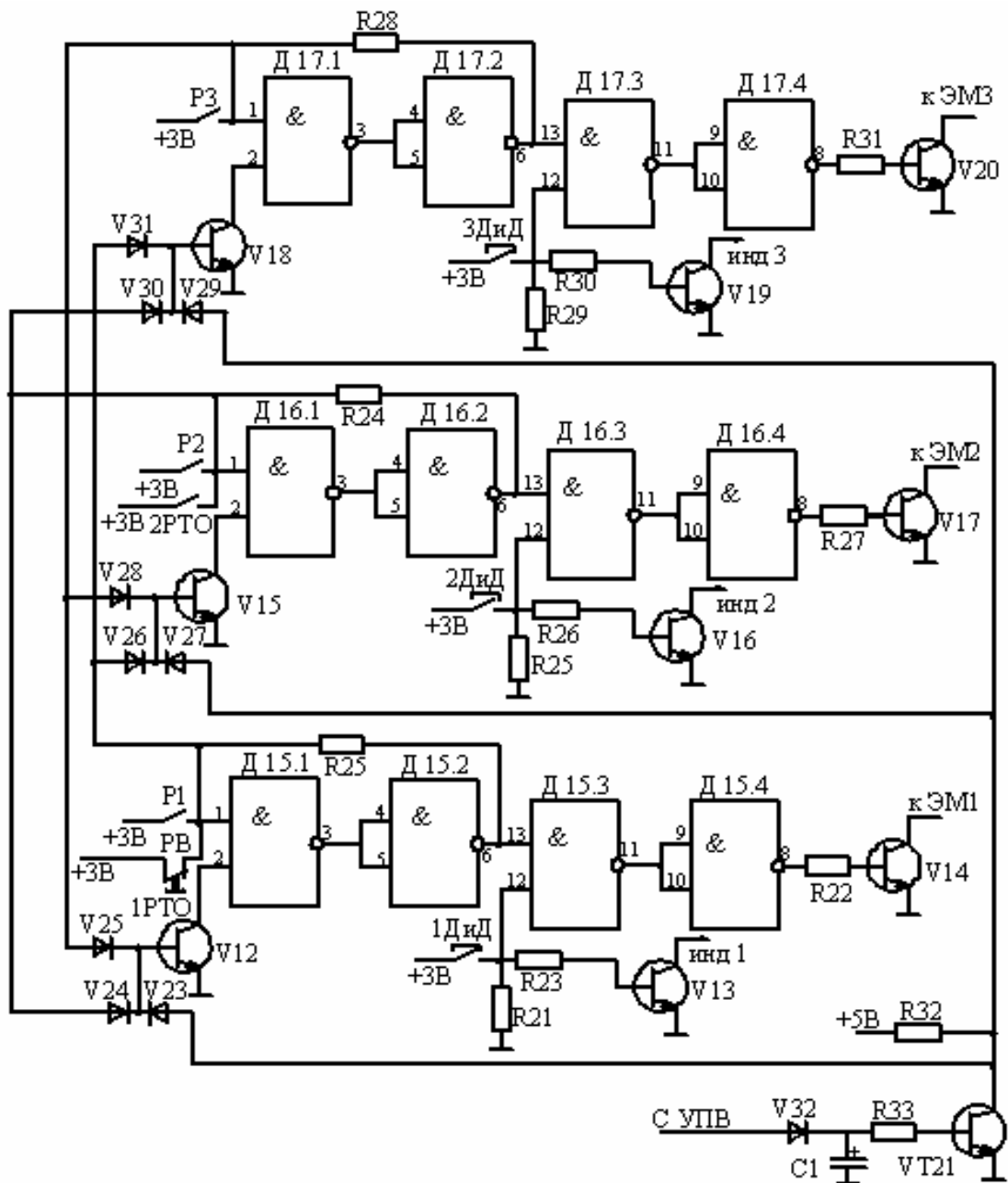


Рисунок 1 – Схема управления дверьми лифта на логических элементах

На элементах 1,2 микросхем серии I55ЛА3 (Д15-Д17) собраны запоминающие устройства на элементах 3,4 (Д15.3Д17.4) - схема совпадения. На транзисторах V13, V16, V19, резисторах R23, R26, R30 и цифровых индикаторах ИН-4 (на схеме не показаны) собрана схема индикации этажа нахождения кабины. Транзисторы V14, V17, V20 служат для согласования микросхем с реле включения электромагнитов дверей. На транзисторах V12, V15, V18, диодах V23 ...V31 собрана схема, отключающая запоминающее устройство при закрывании дверей. На транзисторе V21,

диоде V32, резисторе R33 конденсаторе С1 собрано реле времени с выдержкой времени 4с.

Рассмотрим исходное состояние схемы управления дверями первого этажа. Схемы управления второго и третьего этажей работают аналогично. На входах I, I3 микросхемы Д15 - уровни логического «0»; на входе 2 - логическая «1». На вход I2 подается логическая «1», если кабина стоит на первом этаже, в остальных же случаях - логический «0». На выходах 6,8 логический «0», транзистор V14 закрыт, двери закрыты. Предположим, что кабина находится на первом этаже. При нажатии кнопки вызова первого этажа, срабатывает реле P1 и на вход I микросхемы Д15 оказывается приложен уровень логической «1», соответственно на выходе 6 - логическая «1». После отключения реле P1, схема остается в таком же состоянии, так как с выхода 6 через резистор R20 к входу I оказывается приложенным уровень логической «1» (схема запоминает команду). Так как кабина находится на первом этаже, то на вход I2 подана логическая «1», с получением приказа на вход I<sub>0</sub> также появляется логическая «1», то на выходе 8 формируется уровень логической «1». В результате открывается транзистор V14, через промежуточное реле получает питание электромагнит открывания дверей - двери открываются.

При нажатии кнопки приказа третьего этажа включается реле P3, в результате чего на вход I микросхемы Д17 поступает уровень логической «1», который через диод V25 также поступает на базу транзистора V12. Транзистор открывается и на вход 2 микросхемы Д15 поступает логический «0», на выходе 8,6, входе I3 также логический «0». Транзистор V14 закрывается, двери закрываются. После замыкания дверной блокировки кабина начинает движение на третий этаж.

Схема на микросхемах Д17.1, Д17.2 запоминает приказ и на вход I3 микросхемы Д17.3 оказывается приложена логическая «1». На входе I2 микросхемы Д17 - логический «0», на выходе 8 также логический «0», транзистор V20 закрыт (соответственно двери закрыты). После того, как замкнется датчик точной остановки ДИДЗ на вход I2 микросхемы Д17.3 прикладывается логическая «1», на выходе 8 микросхемы Д17.4 появляется так же логическая «1», транзистор V20 открывается, через промежуточное реле получает питание электромагнит открывания дверей - двери открываются. Размыкается дверная блокировка и напряжение (+ 15 В), которое было приложено через диод 32 к конденсатору С1, исчезает. Конденсатор через резистор R33 и переход база-эмиттер транзистора V18 начинает разряжаться. Когда конденсатор разрядится (время разряда ~ 4 с), транзистор V21 закроется, через диод V29 на базу транзистора V18 прикладывается логическая «1», он открывается и отключает схему запоминания. В результате чего закрывается транзистор V20, двери также закрываются. Схема возвращается в исходное состояние.

Схема индикации этажа, где находится кабина, работает следующим образом. При замыкании датчика ДИД, например, второго этажа, через

резистор K26 к базе транзистора V16 прикладывается логическая «1», транзистор открывается и на индикаторе высвечивается цифра 2. На первом и третьем этажах схема работает аналогично.

Для перестройки схемы управления дверями при собирательном управлении параллельно контакту реле P2 включен замыкающий контакт реле точного останова второго этажа 2PT0, а параллельно контакту P1 - цепочка, состоящая из замыкающего контакта IPT0 и размыкающего контакта реле времени PV. Допустим, кабина находится на третьем этаже и УПВ зарегистрирован вызов или приказ на второй этаж. Сработает реле P2 и 2PT0 и на вход I микросхемы D16.1 подается логическая «1». После отпускания кнопки P2 отключится, а 2PT0 будет находиться во включенном состоянии. Таким образом, схема открывания дверей второго этажа подготовлена к работе. По мере движения кабины вниз УПВ регистрирует вызов на первый этаж. Срабатывает P1, IPT0 и PV. На вход I микросхемы D15.1 поступает логическая «1» и после отпускания кнопки ИКиВ схема должна была запомнить команду, но так как на вход I микросхемы D16.1 постоянно подается логическая «1» через контакт 2PT0, то на вход 2 микросхемы D15.1 через V24 и транзистор V12 поступает логический «1». Происходит отключение запоминающего устройства схемы управления первого этажа. Таким образом, после регистрации двух приказов или вызовов при движении кабины вниз (с первого и второго этажей) к открытию дверей подготавливается схема второго этажа. После остановки кабины на втором этаже сигнал логической «1» с датчика 2ДИД заставляет открыть двери второго этажа. Реле 2PT0 отдает сразу после остановки, а реле времени PV срабатывает после остановки на втором этаже с выдержкой на отпусkanie. Время выдержки - 6-7 с. После отпускания PV на вход I микросхемы D.15.1 через контакты IPT0, PV подается логическая «1», одновременно лифт начинает движение вниз на первый этаж. Схема первого этажа подготовлена к открыванию дверей, которые открываются после остановки и получения на вход I2 микросхемы D15.3 логической «1» с I ДИД.

В соответствии со схемой на жесткой логике разработана система на основе микроконтроллера PIC16F84A, что значительно уменьшит количество элементов и значительно упрощает саму схему (рисунок 2).

Основная задача программы это – расчет логической схемы drawing2. Условные обозначения регистров в программе полностью соответствует обозначениям принятых в схеме. Принцип работы программы заключается в следующем. В начале рабочего цикла выполняется проверка входных данных на микроконтроллер P1, P2, P3, D1, D2, D3, UPV и выставляются значения соответствующих регистров. При проверке регистра UPV также выполняется проверка на снятия сигнала. То есть, если на UPV был сигнал, и потом он исчез, то включается цикл задержки на 4с. Следующим этапом работы программы является расчет логических элементов. Расчет выполняется последовательно то есть Prom1, Prom2 и тд. Следует заметить

то что в одном регистре Prom1 хранится 3 значения Prom11, Prom12, Prom13 и соответственно для остальных. И завершающим этапом работы программы является вывод логических сигналов на выходы микроконтроллера.

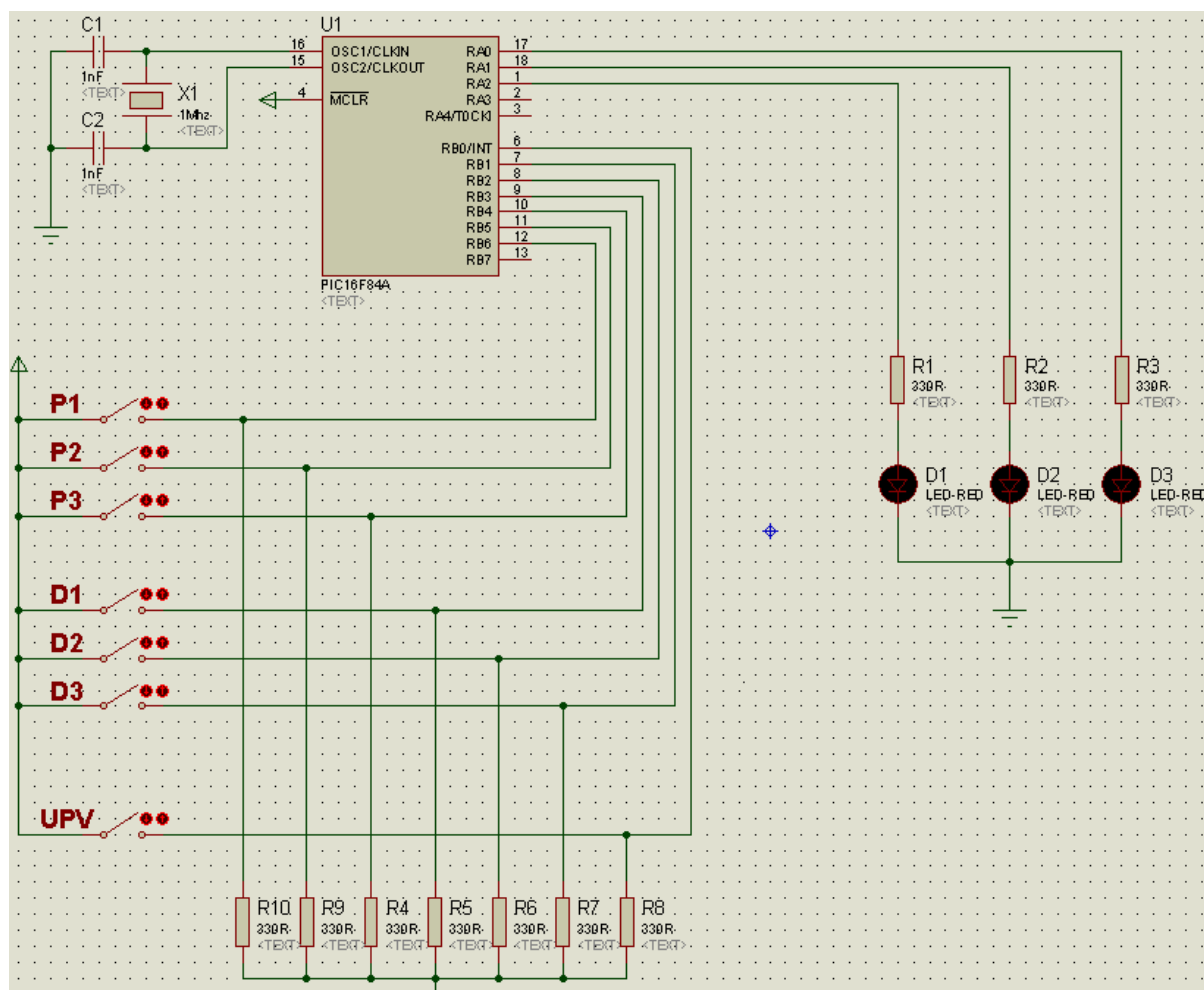


Рисунок 2 – Схема управления дверьми лифта на микроконтроллере

### Библиографический список

1. Крючков Ф.В. Система автоматического управления лифтом [Текст] / Ф.В. Крючков, Д.М. Обшаров, В.В. Григорьев, А.Ю. Галичанин – Молодежь и современные информационные технологии Сборник трудов VII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Молодежь и современные информационные технологии». Томск., 25-27 февраля 2009 г., ч.2. Томск. Изд-во СПБ Графикс – с. 56-57.

## **МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОЛЬГАНГОВ РАЗГРУЗКИ СОРТОВОЙ МНЛЗ ККЦ-2 ОАО «ЗСМК»**

**Кубатин А.О.**

**Научный руководитель: к.т.н., доцент Кунинин П.Н.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Рольганги разгрузки предназначены для передачи заготовок от транспортировочных рольгангов до маркировочных машин.

Требования, предъявляемые технологией:

1. Точная синхронизация скоростей с предыдущим участком рольгангов.

2. При достижении маркировочной машины – замедление и точный останов на конечном упоре.

3. Высокая надежность. Износоустойчивость.

Недостатки существующей системы:

1. Останов происходит при достижении упора, вследствие чего он регулярно приходит в негодность.

2. Десять роликов разделены на три последовательно расположенных секции, при выходе из строя одной из секции происходит аварийная остановка процесса разлива.

3. Устаревшее оборудование промышленных контроллеров Simatic S5 – выработка собственного ресурса, дороговизна ремонта, перегруженность оборудования, слабые коммуникативные возможности.

4. Управление электродвигателями релейно-контакторными системами – низкая надежность и неудовлетворительные качественные показатели управления, сложность в обслуживании и наладке.

Задачи модернизации:

1. Замена промышленного контроллера Simatic S5 на современный Simatic S7 с разработкой программы управления.

2. Деление 10 двигателей на две секции, с чередующимся расположением их на рольганге (1, 2, 1, 2, ...).

3. Установка двух преобразователей Micromaster 440 22 кВт, по одному на каждую секцию, с подключением пяти двигателей к каждому преобразователю.

4. Создание страниц параметров для преобразователя для его работы с 5, 4 и 3 двигателями, причем выход одного или электродвигателей не останавливает технологический процесс, при выходе из строя более 2 двигателей на одном преобразователе – отключение преобразователя, но работа продолжается.

5. Векторное управление скоростью асинхронных с короткозамкнутым ротором электродвигателей.



6. Организация точного замедления применением задатчика интенсивности, докатки на низкой скорости к упору и точного останова.

Замена устаревшего промышленного контроллера на современный обеспечит стабильную работу всего ручья. Установка преобразователей даст возможность плавного регулирования скоростей двигателей и их точный останов. Новое деление двигателей по секциям позволяет повысить надёжность – возможно отключение одного преобразователя и оставшийся преобразователь с пятью двигателями продолжит рабочий процесс. Блок-схема работы рольганга приведена на рисунке 1.

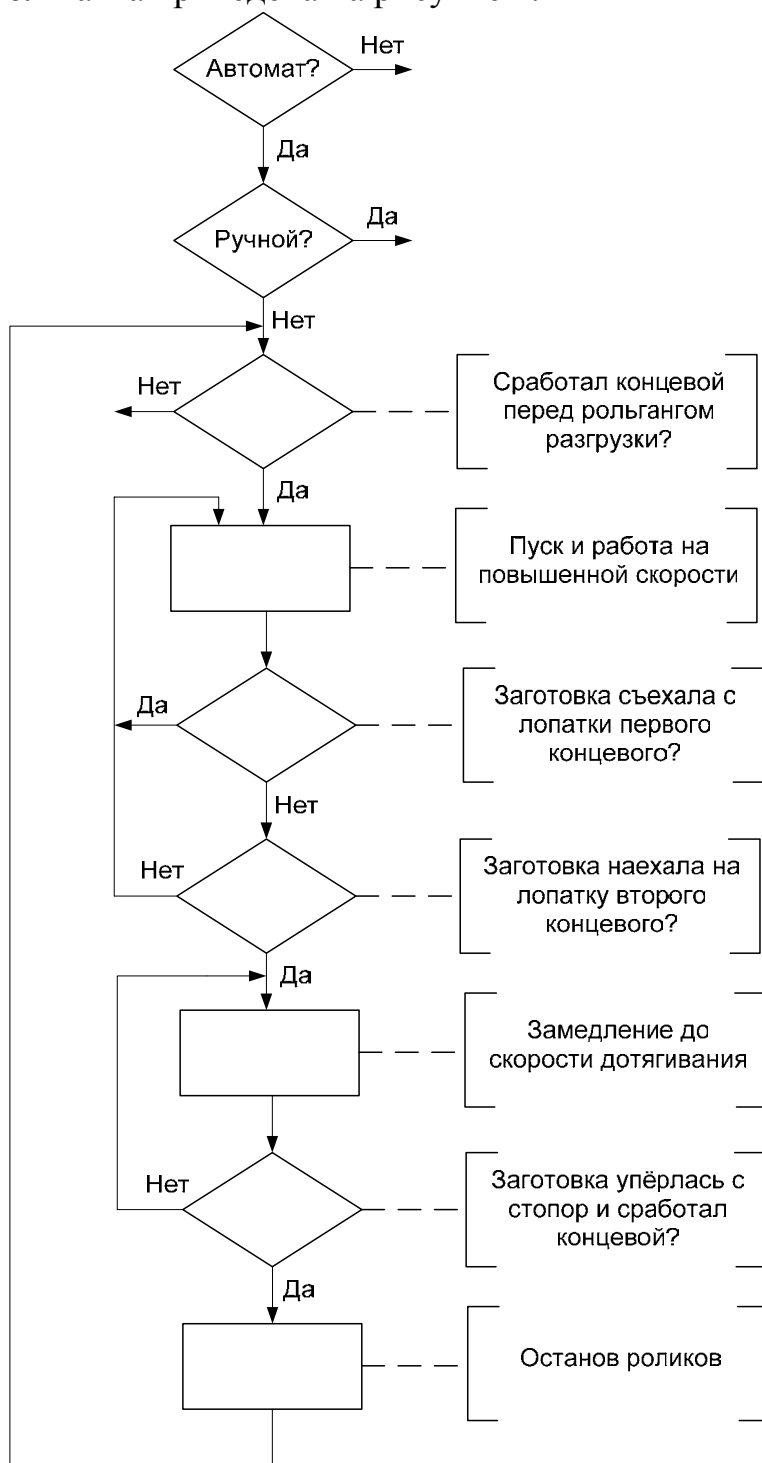


Рисунок 1 – Блоки программы для контроллера

Разработанная программа управления 1-ой секцией рольганга разгрузки РЗРГ1 выполняет следующие действия:

- производится формирование заказа «Пуск назад» и «Пуск вперед» РЗРГ1 в режиме «Ручной», «Полуавтомат» или «Автомат»;
- производится анализ признаков для разрешения включения РЗРГ1, в режимах «Дистанция», «Полуавтомат» и «Автомат», если нет ни одного признака запрещающего работу, формируется разрешение включения РЗРГ1;
- анализируется авария сборки схемы РЗРГ1 – если истекло заданное время после выдачи команды на включение и нет подтверждения сборки схемы, то выставляется аварийный признак;
- определяется значение текущей скорости РЗРГ1;
- анализируется авария деблокировки РЗРГ1 – если истекло заданное время после выдачи команды на запуск и нет подтверждения работы рольганга, то выставляется аварийный признак;
- определяется значение текущего тока РЗРГ1;
- анализируется авария заклинивания РЗРГ1 – если текущее значение тока превышает заданное максимальное значение, то выставляется аварийный признак;
- формируется запрос снижения скорости РЗРГ1 для замедления и плавной остановки рольганга по импульсу датчика положения лопатки перед упором маркировочной машины;
- формируется задание скорости приводу РЗРГ1.

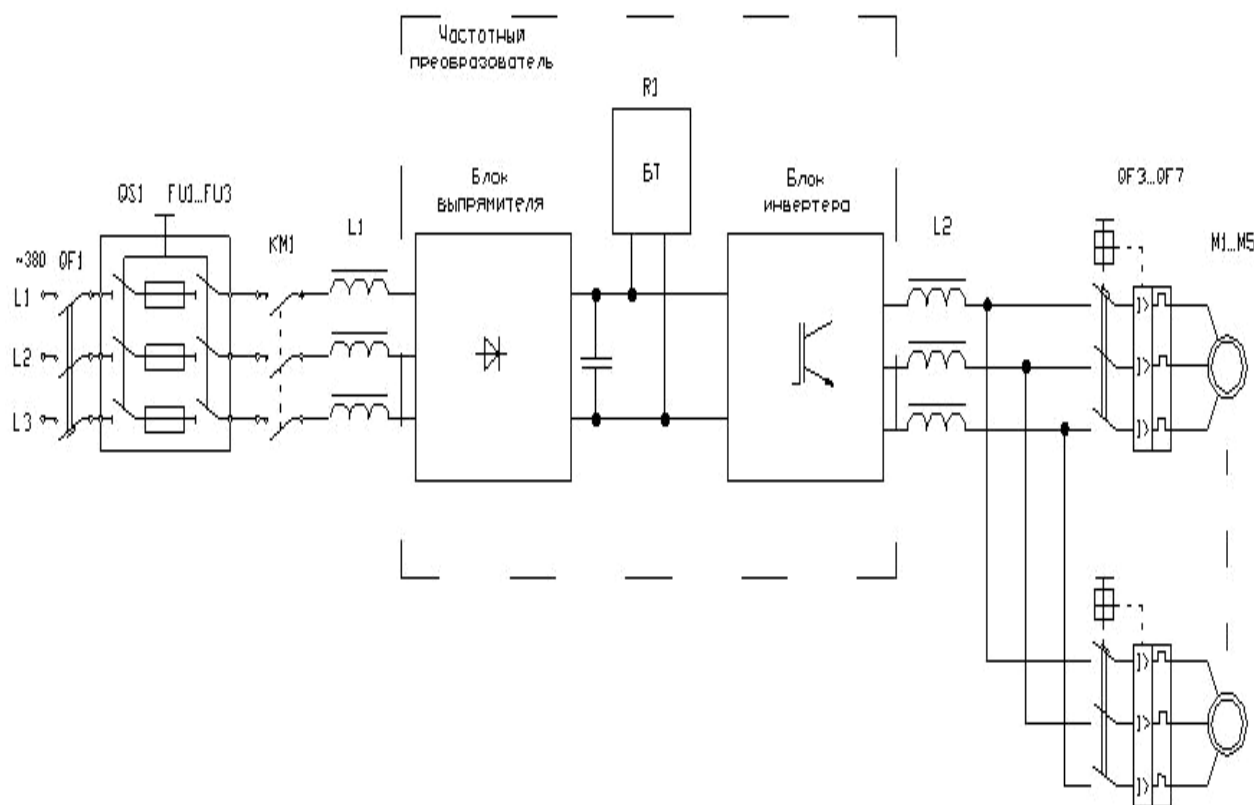


Рисунок 2 – Блок схема силовой части электропривода

## ЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Галичанин А.Ю., Сидоров М.В.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Целью данной работы является модернизация релейно-контакторной схемы логического управления двигателем постоянного тока независимого возбуждения лабораторной установки с использованием промышленного контроллера СОМАТ АF-20 МТ\_GD.

Под логическим понимается управление, осуществляемое изменением параметров двигателей или цепей с помощью контактных и бесконтактных логических элементов. Преимущественное применение имеют аппараты, реализующие двухзначную логику: включено - отключено, есть сигнал - нет сигнала, цепь замкнута - цепь разомкнута. Системы логического управления электроприводами осуществляют параметрическое управление процессами пуска, реверса и торможения двигателей, процессами взаимодействия двигателей и механизмов технологических линий и машин. На рисунке 1 показан характерный график переходного процесса изменения скорости и тока двигателя при реостатном пуске.

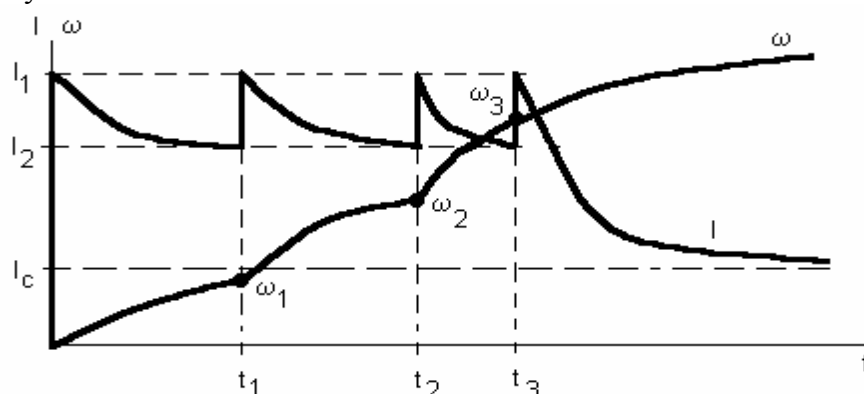


Рисунок 1 - Переходные процессы пуска двигателя

Точками  $t_1, t_2, t_3$  обозначены моменты шунтирования ступеней резисторов в цепях обмоток двигателя. Моментам времени  $t_1, t_2, t_3$  соответствуют вполне определенные значения скорости двигателя  $\omega_1, \omega_2, \omega_3$ . В эти же моменты происходит изменение тока двигателя от значения  $I_2$  до значения  $I_1$ . Следовательно, в принципе, управление может быть осуществлено в функции выдержки времени  $\Delta t_i = t_i - t_{i-1}$ , скорости  $\omega_i$  или тока  $I_1, I_2$ , если использовать аппаратуру, реагирующую на выдержку времени, скорость или ток. Схемы управления, построенные таким образом, получили название схем, построенных по принципу (в функции) времени, скорости или тока, соответственно.

Существующая система логического управления выполнена с жесткой структурой на электромагнитных реле. В ней алгоритм управления

обеспечивается аппаратно-монтажными средствами путем набора необходимых элементов и электрических соединений между ними. Более перспективным является применение систем логического управления с гибкой структурой – на программируемых контроллерах, позволяющих легко осуществлять настройку на разные условия работы.

Представленная на рисунке 2 схема управления двигателем постоянного тока независимого возбуждения обеспечивает следующие режимы:

- управление пуском двигателя при номинальном потоке возбуждения в функции времени, ослабление магнитного потока в функции тока якоря;
- динамическое торможение для останова двигателя в функции ЭДС.

Для пуска двигателя необходимо установить рукоятку командоконтроллера SA в нулевое положение и включить автоматические выключатели QF2, QF1. Катушка реле напряжения KV получает питание через замкнутый в нулевом положении контакт командоконтроллера, замкнувшийся контакт реле обрыва поля КА3, замкнутые контакты реле максимального якорного тока КА1, КА2. Обмотка возбуждения двигателя LM подключена к сети через добавочное сопротивление  $R_b$ , что уменьшает ее нагрев при остановленном двигателе. Получает питание катушка реле ускорения KV1, размыкая свой контакт в цепи катушек контакторов ускорения KM1, KM2, KM3.

При установке рукоятки командоаппарата в третье положение «Вперед» (F) размыкается его контакт в цепи обмотки реле KV, однако оно не отключается, так как своими контактами KV обеспечивает самопитание. Получают питание катушки контакторов KML, KMF1, KMF2. Обмотка контактора управления полем KMP оказывается подключенной к источнику питания через размыкающие контакты контактора динамического торможения KMD и реле контроля ускорения KV4. Контакт KMP включается, шунтирует своим контактом резистор  $R_b$ , устанавливая номинальный ток (поток) возбуждения двигателя. При этом парой контактов реверсивного моста KMF1, KMF2 и главным контактом линейного контактора KML якорь двигателя подключается к сети последовательно с полным пусковым сопротивлением  $R1+R2+R3$ . Двигатель разгоняется по первой искусственной характеристике (рисунок 2, нижняя часть).

От пускового тока срабатывает реле KAP, переключая свои контакты в цепи катушки контактора KMP, но не изменяя его состояния. Обмотки реле ускорения KV2, KV3 запитываются падением напряжения от протекающего пускового тока через ступени сопротивления R1 и R2. Включившись, эти реле размыкают свои контакты в цепях катушек контакторов ускорения KM2 и KM3, соответственно. Реле ускорения KV1 отключается разомкнувшимся контактом KMF1 в самом начале пускового процесса и отсчитывает выдержку времени на замыкание своего контакта в цепи обмотки KM1.

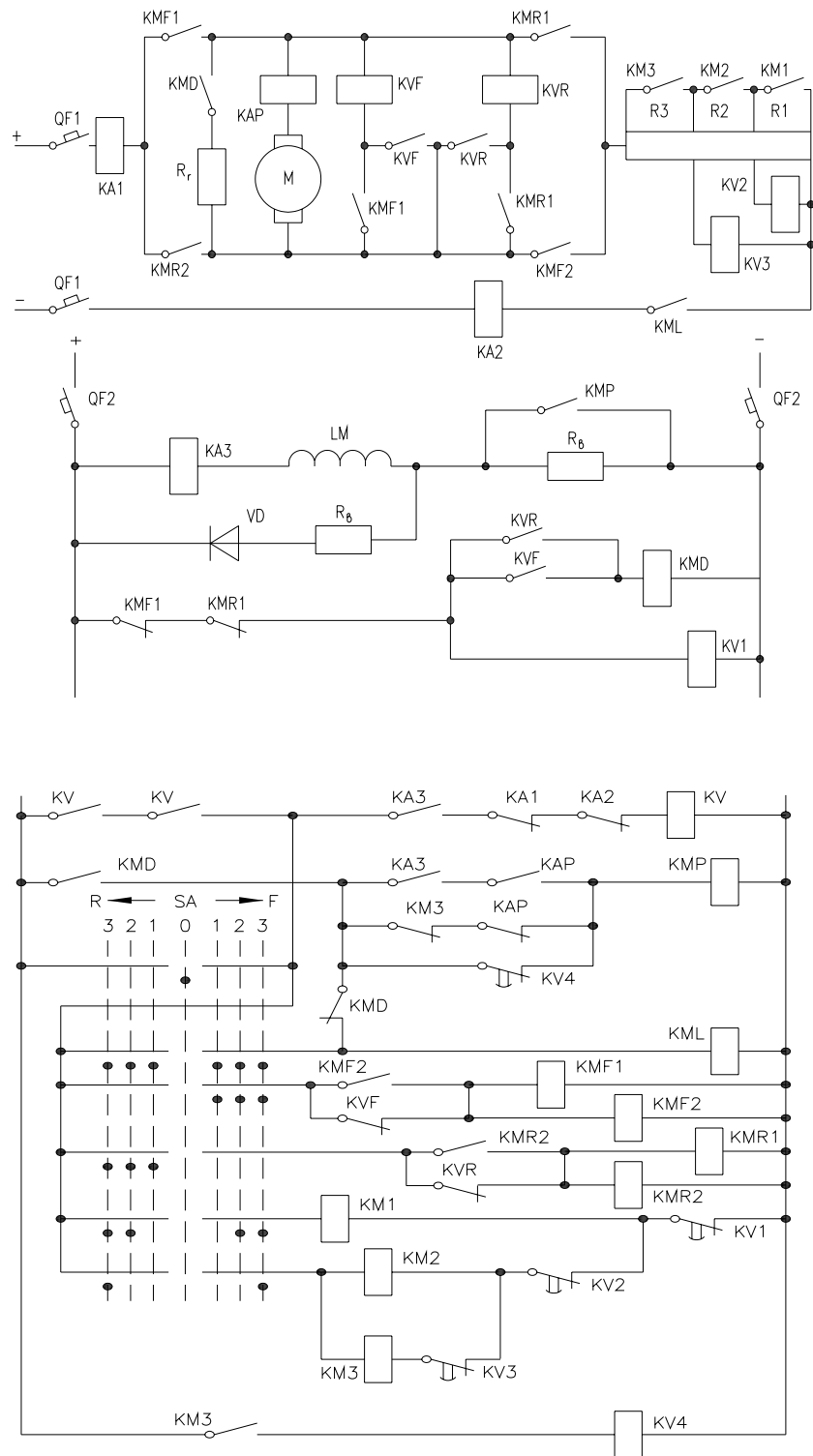


Рисунок 2 – Принципиальная схема лабораторной установки

Это время – есть время работы двигателя на первой искусственной характеристике. По окончании выдержки включается контактор KM1, шунтируя своим контактом ступень резистора R1 и обмотку реле ускорения KV2.

Выдержка времени последнего определяет время работы двигателя на

второй искусственной характеристике. По окончании выдержки замыкается контакт KV2 в цепи обмотки KM2. Контактор KM2, включившись, шунтирует своим контактом ступень пускового резистора R2 и обмотку реле KV3, выдержка времени которого определяет работу двигателя на третьей искусственной характеристике и момент перехода на естественную характеристику после включения контактора KM3.

Реле динамического торможения KVF включается при достижении двигателем скорости, составляющей 30 процентов от номинального значения. Замыкая свой контакт в цепи катушки контактора динамического торможения KMD, реле подготавливает схему к режиму динамического торможения. Включение контактора KM3 сопровождается переключением блок-контактов в цепи катушки KMP, включением реле контроля ускорения KV4, размыкающим свой контакт в той же цепи. Тем не менее, контактор KMP остается включенным, его катушка получает питание по цепи: размыкающий контакт KMD, замкнувшиеся контакты KM3, KAP.

При разгоне двигателя согласно естественной характеристике ток якорной цепи уменьшается. Реле управления полем KAP настроено так, что его ток отпускания  $I_{отп}$  несколько больше номинального тока двигателя  $I_n$ . При достижении током якоря значения  $I_{отп}$  реле отключается и своим контактом разрывает цепь катушки KMP. Контактор KMP отключается, размыкается его контакт, шунтировавший резистор  $R_v$  в цепи обмотки возбуждения. Ток возбуждения уменьшается. Если момент двигателя больше момента нагрузки, ток якоря двигателя возрастает, достигая величины тока втягивания  $I_{вт}$  реле KAP. Последнее включается, восстанавливая ток возбуждения на номинальном уровне. Это вызывает уменьшение тока якоря двигателя и реле KAP отпускает. Таким образом, может наблюдаться вибрационный режим работы узла управления полем. При небольшой механической инерционности привода вибрационный режим работы отсутствует. Двигатель достигает установившейся скорости выше основной.

Для останова двигателя с использованием режима динамического торможения необходимо вернуть рукоятку командоконтроллера в нулевое положение. Обесточиваются катушки контакторов KML, KMF1, KMF2, KMF3. Якорь двигателя отключается от сети. В цепи катушки контактора динамического торможения KMD замыкается блок-контакт контактора KMF1. Так как катушка реле KVF подключена через собственный контакт на ЭДС вращающегося по инерции двигателя, то контакт KVF в цепи обмотки KMD замкнут, и контактор KMD включается. Замыкается контакт KMD в цепи сопротивления  $R_t$ , начинается процесс торможения. В начале торможения при достаточном для включения реле KAP токе контактор KMP отключается, а реле контроля ускорения KV4 отсчитывает выдержку времени на замыкание своего контакта, таким образом, торможение начинается при ослабленном магнитном потоке двигателя. По окончании выдержки времени контактор KMP включается, и торможение заканчивается при полном потоке. Отключившееся реле

динамического торможения KVF обесточивает контактор KMD, схема возвращается в исходное состояние.

Схема предусматривает защиту двигателя от коротких замыканий (максимально-токовые реле КА1, КА2), от исчезновения или снижения ниже допустимого уровня тока возбуждения (минимально-токовое реле КА3), от перенапряжений на обмотке возбуждения при ее отключении (элементы R<sub>p</sub>, VD). Защита от самозапуска двигателя при отключении и повторном включении питающего напряжения (нулевая защита) реализована с помощью реле KV. Цепи управления защищены автоматическим выключателем QF2.

Таблица 1 – Установки реле времени, с

Положение переключателя S2	KV1	KV2	KV3
0	1,10	0,55	0,35
1	1,35	1,05	0,55

Логика работы релейно-контакторной схемы управления полностью перепроектирована в среда разработки QuickPLC (рисунок 3). Для пуска двигателя в функции времени необходимо установить командоконтроллер в нулевое положение (SA 0, контроллер регистрирует это событие в блоках В1-В2). Далее выбирается нужная скорость, до которой необходимо разогнаться (F1-F3). Происходит разгон двигателя в функции времени. Соппротивления выводятся с помощью реле, которые подключаются к О3, О4, О5. Выдержки времени задаются с помощью В10, В18, В30. Выведя двигатель на естественную характеристику происходит дальнейший разгон при помощи ослабления потока возбуждения: если приходит сигнал с реле КАР (включено последовательно с якорем двигателя), то вводится сопротивление R<sub>v</sub>, уменьшается ток возбуждения. Если момент двигателя больше момента нагрузки, ток якоря двигателя возрастает, достигая величины тока втягивания I<sub>вт</sub> реле КАР. Реле включается, восстанавливая ток возбуждения на номинальном уровне. Это вызывает уменьшение тока якоря двигателя и реле КАР отпускается.

Торможение происходит следующим образом. Командоконтроллер переводят в SA0, с реле KVF поступает сигнал о вращении двигателя, включается сопротивление (В41, В48), осуществляется торможение при уменьшенном потоке. Спустя время, задающееся в В38, происходит торможение при номинальном потоке возбуждения.

Выполненную работу не следует считать законченной. Планируется ее развитие в направлении исключения резисторов в якорной цепи электродвигателя и применение широтно-импульсного преобразователя на транзисторных ключах для плавного регулирования скорости и направления вращения вала электродвигателя.

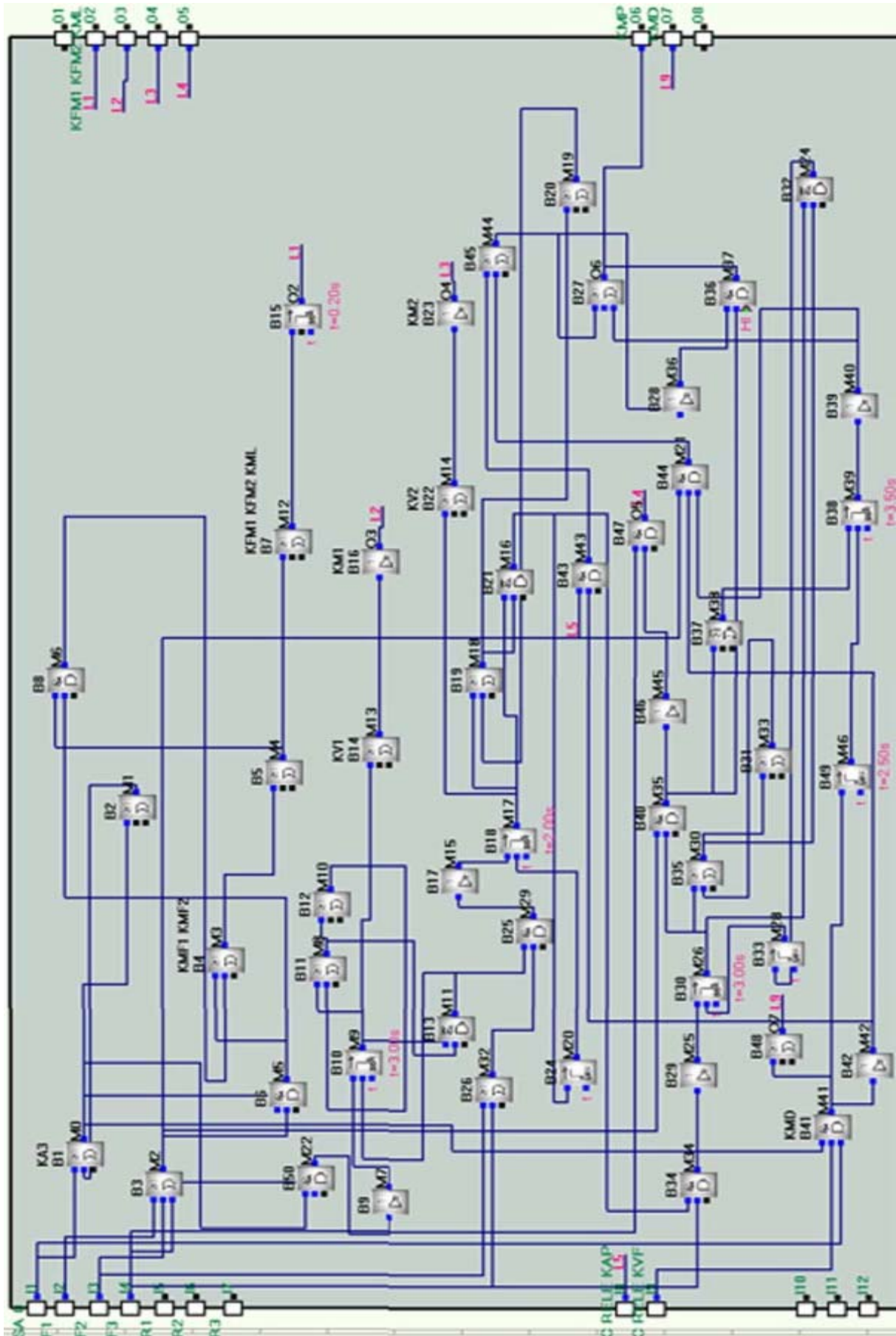


Рисунок 3 – Функциональная схема программы контроллера COMAT AF-20 MT\_GD



## АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ РАБОТЫ ТИРИСТОРА И ПОСТРОЕНИЕ ЭМПИРИЧЕСКОЙ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РАБОТЫ ТИРИСТОРА В ЗОНЕ МАЛЫХ ТОКОВ

Модзелевский Д.Е.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Островляничик В.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

Существует большое число методов анализа установившихся и переходных процессов в вентильных цепях, однако наиболее широкое распространение получил метод кусочно-линейной аппроксимации [1].

Производя расчеты согласно первому и второму аналитическому приближению, описанному в [1], можно прийти к выводу, что данные приближения не дают адекватной картины переходных процессов в тиристорном преобразователе при работе в зоне малых токов и при работе на индуктивную нагрузку большой мощности. Самый явный показатель, иллюстрирующий неадекватность аналитического описания, – это явление невозможности открывания тиристорного преобразователя при работе на обмотку возбуждения мощных машин постоянного тока, существующее в реальных преобразователях. Аналитическое же описание с использованием указанных приближений не позволяет получить такого же эффекта.

В данной работе предлагается уточнить аналитическое описание тиристора нелинейным законом изменения активного сопротивления тиристора в зоне малых токов, и тем самым объяснить указанное выше явление.

Исходя из приведенной статической вольт - амперной характеристики тиристора, представленной на рисунке 1, можно сделать вывод, что тиристор можно описать нелинейным активным сопротивлением. Величина этого сопротивления зависит от формы и уровня тока  $i_{VS}$  и напряжения  $U_{VS}$  на выводах анод-катод тиристора, тока управления  $i_y$ , а также времени  $t$  и внутреннего состояния  $S$  (0 – открыт, 1 - закрыт):

$$R_{VS} = f(U_{VS}(t), i_{VS}(t), i_y(t), t, S).$$

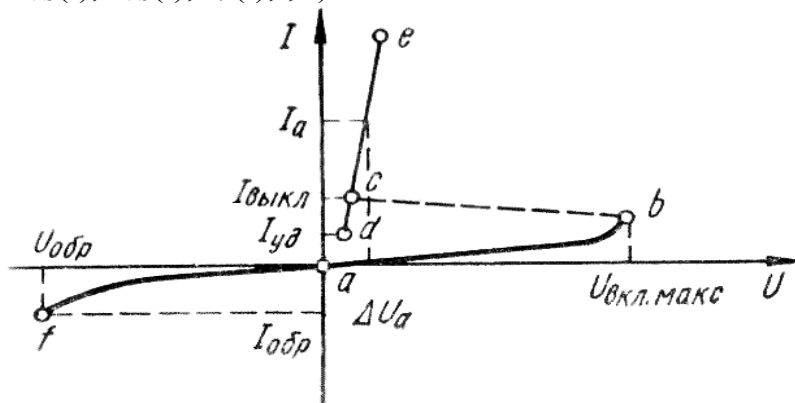


Рисунок 1 – Статическая вольт-амперная характеристика тиристора

Пользуясь методом кусочно-линейной аппроксимации, опишем работу тиристора при различных режимах по его статической характеристике. При описании пренебрегаем временем переключения, емкостями и индуктивностями. Участки ВАХ тиристора a-b, a-f и d-e считаем линейными, ток управления считаем дискретным, изменяющимся мгновенно и равным либо нулю, либо величине тока спрямления  $I_{y.c}$ . В результате получим общепринятую модель тиристора:

$$R_{VS} = \begin{cases} R_{a-f} = R_{\text{закр}}, & \text{если } i_{VS} \leq 0 \text{ или } U_{VS} < 0 \\ R_{a-b} = R_{\text{закр}}, & \text{если } U_{VS} \geq 0 \text{ и } S = 0 \\ R_{d-e} = R_{\text{откр}}, & \text{если } U_{VS} \geq 0 \text{ и } i_{VS} > I_{уд} \text{ и } S = 1 \end{cases} \quad (1)$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{если } U_{VS} < 0 \text{ или } i_{VS} < I_{уд} \\ 1, & \text{если } U_{VS} \geq 0 \text{ и } i_y = I_{y.c} \\ S, & \text{во всех остальных случаях} \end{cases} \quad (2)$$

В расчетах тиристорных преобразователей, как правило, моделью (1), (2) принимая ток удержания равным нулю и продлевая точку d характеристики на рисунке 1 до точки a. Эта модель достаточна близка к реальным процессам и обеспечивает адекватные характеристики во многих практических исследованиях и расчетах.

Однако, сравнивая полученную модель с характеристикой, представленной на рисунке 1, можно увидеть, что модель тиристора ни коим образом не учитывает поведение тиристора на участке a-d и a-c для момента открывания, не объясняет ситуации, связанной с так называемым «не открыванием» тиристорного преобразователя.

В связи с этим расширим функциональные возможности модели (1), (2). В новом варианте модели переход во включенное состояние тиристор будет переходить только при наличии тока включения  $I_{вкл}$ , обратный переход будет иметь место при отсутствии тока удержания  $I_{уд}$ . Во время, когда на тиристор подан управляющий импульс, его характеристика спрямляется, и становится соответствовать линейному участку a-e. Последнее правило необходимо, иначе в противном случае невозможно будет создать какой-либо ток в тиристоре при наличии индуктивного сопротивления в цепи.

Введем также нелинейность, полученную эмпирическим путем. Будем считать, что сопротивление тиристора после снятия управляющего импульса прямо пропорционально времени, истекшего с момента снятия управляющего импульса, и обратно пропорционально току, протекающему в тиристоре. Зависимость сопротивления от времени связана с процессом рассасывания зарядов в полупроводниковой структуре тиристора, а зависимость сопротивления от тока связана с уменьшением количества зарядов, способных создавать ток.

Приведенные рассуждения позволяют создать уточненную модель тиристора, которую представим следующими соотношениями:

$$R_{VS} = \begin{cases} R_{a-f} = R_{\text{закр}}, & \text{если } i_{VS} \leq 0 \text{ или } U_{VS} < 0 \\ R_{a-b} = R_{\text{закр}}, & \text{если } U_{VS} \geq 0 \text{ и } S = 0 \text{ и } i_Y = 0 \\ R_{d-e} = R_{\text{откр}}, & \text{если } U_{VS} \geq 0 \text{ и } (i_{VS} > I_{\text{уд}} \text{ и } S = 1) \text{ или } (i_Y = I_{\text{y.c}}) \\ R(t_{\text{откл имп}}, i_{VS}) = R_1 t_{\text{откл имп}} \frac{1}{i_{VS}}, & \text{если } i_{VS} > 0 \text{ и } i_{VS} < I_{\text{вкл}} \text{ и } S = 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$S = \begin{cases} 0, & \text{если } U_{VS} < 0 \text{ или } i_{VS} < I_{\text{уд}} \\ 1, & \text{если } U_{VS} \geq 0 \text{ и } i_{VS} \geq I_{\text{вкл}} \\ S, & \text{во всех остальных случаях} \end{cases} \quad (4)$$

Проиллюстрируем применение модели тиристора на примере расчета переходных процессов при работе одного тиристора в однополупериодной схеме выпрямления на активно-индуктивную нагрузку. Эквивалентная схема электрической цепи представлена на рисунке 2.

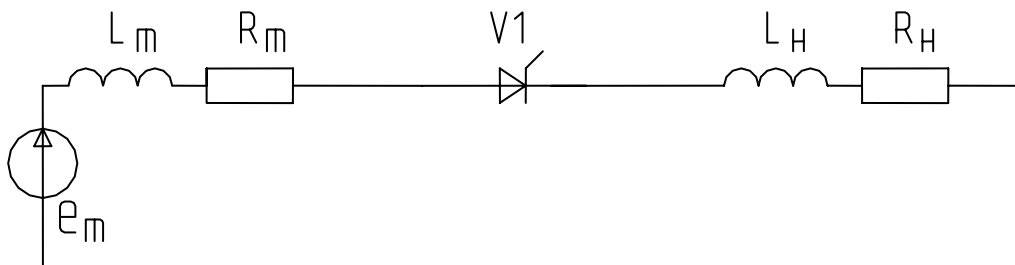


Рисунок 2 – Эквивалентная расчетная схема однофазного однополупериодного выпрямителя

Запишем закон Кирхгофа для представленной электрической цепи:

$$(L_T + L_n) \frac{di}{dt} + [R_T + R_{\text{тир}} + R_n] i = e_T(t) \quad (5)$$

Решая дифференциальное уравнение (5) для различных участков, определяющих сопротивление тиристора формулам (1)-(2) и (3)-(4) находим величины токов и напряжений в электрической цепи. На рисунке 3 совмещены графики напряжений и тока при использовании аналитического приближения с помощью формул (1)-(2) и (3)-(4) для демонстрации наглядной разницы в переходных процессах.

На начальном этапе работы тиристорного преобразователя и в момент подачи управляющего импульса переходные процессы при различных аналитических описаниях совпадают. После пропадания управляющего импульса значение сопротивления тиристора начинает возрастать, растет напряжение на тиристоре и спадает ток в цепи индуктивности. Спад тока создает отрицательное напряжение на нагрузке. Этот процесс продолжается до тех пор, пока ток не спад до нуля. При использовании упрощенного аналитического описания тиристора указанных процессов не происходит, и ток в индуктивности нарастает и спадает только под действием напряжения трансформатора. Сопротивление тиристора во время его проводимости

остаётся постоянным и существенно малым.

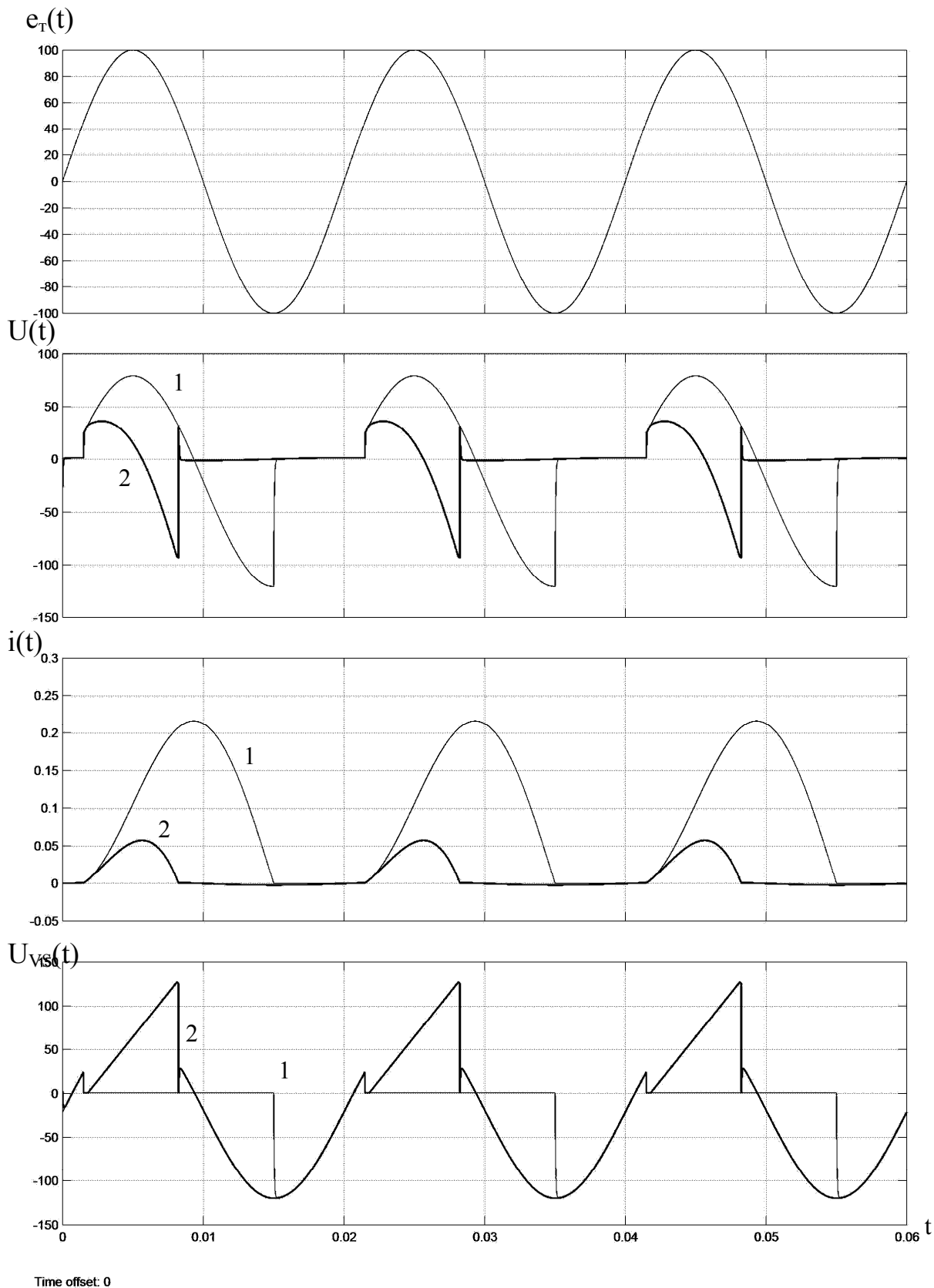


Рисунок 3 –Графики переходных процессов в однополупериодном выпрямителе; 1 – с использованием общепринятой модели, 2 – с использованием предложенной модели тиристора

Из полученных графиков видно значительное сокращение времени проводимости тиристора. Этим эффектом и объясняется «неоткрывание» тиристорного преобразователя при работе на индуктивную нагрузку большой мощности при управлении тиристорами узкими импульсами. Индуктивность сдерживает нарастание тока, ток в тиристоре за интервал коммутации спадает до нуля, и следующий тиристор, вступающий в работу, также не может открыться. Искусственно создается режим прерывистого тока, не позволяющий тиристорному преобразователю работать на индуктивную нагрузку.

Если в течение переходного процесса ток в тиристоре достигнет тока включения, то тиристор перейдет во включенное состояние. Это скачкообразное увеличение выпрямленного тока объясняет скачкообразный процесс открывания тиристорного преобразователя при плавном увеличении угла управления при активно-индуктивных нагрузках средней мощности (постоянная времени цепи нагрузки  $T = 0,2 \dots 2$  с).

Предложенное аналитическое описание объясняет поведение тиристорных в зоне малых токов и для более сложных схем выпрямления, используемых в многофазных ТП.

На основании полученных результатов предполагается создать алгоритмы работы системы импульсно-фазового управления, улучшающие работу тиристорного преобразователя в зоне малых токов.

#### Библиографический список

1. Маевский О.А. Энергетические показатели вентильных преобразователей. – М.: Энергия, 1978. – 320 с., ил.
2. Перельмутер В.М. Сидоренко В.А. Системы управления тиристорными электроприводами постоянного тока. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 304 с., ил.
3. Основы промышленной электроники. Исаков Ю.А., Платонов А.П., Руденко В.С., Сенько В.И., Трифонюк В.В., Юдин Е.Е. Киев: «Техніка», 1976. – 544 с.

УДК 519.6

## АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЕРЕДАТОЧНОЙ ФУНКЦИИ ЗВЕНА ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ

**Поползин И.Ю.**

**Научный руководитель: Богдановская Т.В.**

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

При решении задач автоматического управления довольно часто возникает необходимость корректировки САУ включением последовательного корректирующего устройства (КУ), передаточную

функцию (ПФ) которого требуется найти.

Ручные графические построения делают этот способ достаточно трудоемким и нерациональным, особенно при коррекции сложных систем. Кроме того, при возникновении необходимости в изменении параметров желаемой ЛАХ или нахождении ошибок объем работы значительно увеличивается.

В среде MATLAB существует пакет средств для решения задач автоматического управления – Control System Toolbox. Одним из объектов данного пакета является объект tf (Transfer Function-передаточная функция), который позволяет задавать передаточные функции системы управления через коэффициенты числителя и знаменателя ПФ. Описываемый далее способ применим и для zpk-объектов (Zero/Pole/Gain), поскольку tf и zpk разными способами описывают один и тот же объект. Важно то, что MATLAB способен автоматически строить ЛАХ совместно с ЛФХ (диаграмму Бode) объекта с передаточной функцией  $W(p)$  по команде «bode (W)», причем  $W$  должна быть задана заранее в виде tf- или zpk-объекта.

Используя указанные возможности системы MATLAB, автор предлагает методику автоматического нахождения ЛАХ последовательного КУ.

Прежде всего, необходимо найти передаточную функцию исходной разомкнутой системы. Как правило, это не представляет особого труда. Далее по справочникам или иными методами, так же как в классическом варианте, определяются частоты среза и точек сопряжения  $\omega_{\text{сопр1}}, \omega_{\text{сопр2}}, \dots, \omega_{\text{сопрn}}$  желаемой ЛАХ. Как правило, в системах управления электроприводами постоянного тока число частот сопряжения не превышает 3-х. По частотам сопряжения рассчитываются постоянные времени желаемой системы:

$$T'_1 = \frac{1}{\omega_{\text{сопр1}}}; T'_2 = \frac{1}{\omega_{\text{сопр2}}}; \dots; T'_n = \frac{1}{\omega_{\text{сопрn}}}.$$

В этом случае ПФ желаемой системы представляется в виде последовательного соединения  $n$  апериодического звеньев:

$$W_{\text{ж}}(p) = \frac{k}{(T'_1 p + 1)(T'_2 p + 1) \dots (T'_n p + 1)},$$

где  $k$  – коэффициент передачи исходной разомкнутой системы, он входит в ПФ желаемой системы потому, что в низкочастотной области ЛАХ желаемой и исходной систем должны совпадать.

Так как теперь нам известна ПФ желаемой системы, то ее можно ввести в среду MATLAB как tf или zpk объект.

В классическом методе производится вычитание ЛАХ нескорректированной системы из ЛАХ желаемой системы. В системе MATLAB вычитание ЛАХ  $L_{\text{ж}} - L_{\text{исх}} = L_{\text{ку}}$  можно заменить частным

соответствующих передаточных функций:  $\frac{W_{ж}(p)}{W_{исх}(p)} = W_{ку}(p)$ . При этом

MATLAB отобразит передаточную функцию КУ. Реализация КУ может быть найдена по его ПФ с использованием различных справочников.

При возникновении необходимости в визуализации решения следует воспользоваться командой `bode` и совместно построить ЛАХ исходной и желаемой систем и ЛАХ КУ.

Таким образом, алгоритм автоматического нахождения ЛАХ, ПФ и реализации КУ сводится к следующему:

1. Определяется передаточная функция исходной разомкнутой системы.

2. Определяются частоты среза и точек сопряжения  $\omega_{сопр1}, \omega_{сопр2}, \dots, \omega_{сопрn}$  желаемой ЛАХ

3. ПФ желаемой системы представляется в виде последовательного соединения  $n$  апериодических звеньев первого порядка

$$W_{ж}(p) = \frac{k}{(T'_1 p + 1)(T'_2 p + 1) \dots (T'_n p + 1)},$$

где  $T'_1 = \frac{1}{\omega_{сопр1}}; T'_2 = \frac{1}{\omega_{сопр2}}; \dots; T'_n = \frac{1}{\omega_{сопрn}}$ ;  $k$  – коэффициент передачи

исходной разомкнутой системы.

4. ПФ исходной и желаемой системы вводятся в систему MATLAB как `tf`- или `zpk`-объекты.

5. Находится ПФ КУ по формуле:  $\frac{W_{ж}(p)}{W_{исх}(p)} = W_{ку}(p)$

6. В случае необходимости строятся ЛАХ в среде MATLAB.

7. По виду ЛАХ или ПФ КУ находится схемное, а затем и программное решение КУ.

Предлагаемая методика является предельно простой, поскольку сложная работа по построению ЛАХ и нахождению ПФ возложена на специализированный комплекс MATLAB. Кроме того, точность компьютерных расчетов значительно превышает точность ручных.

Еще одним преимуществом методики является простота пересчета при изменении параметров исходной или желаемой систем. Если при традиционном способе расчета в этом случае требуется полное перестроение ЛАХ, то при автоматизированном способе требуется лишь изменить численные параметры `tf`- или `zpk`-объектов.

**ПРИМЕР:** нахождение корректирующего устройства для разомкнутой системы, моделирующей электродвигатель постоянного тока с независимым возбуждением.

ПФ разомкнутой системы имеет вид:

$$W_{\text{раз}}(p) = \frac{155.333}{0.0000144p^3 + 0.00189p^2 + 0.055p + 156.333}$$

Требуемые показатели качества: перерегулирование – 25%, время переходного процесса – 0.7 с.

Построим в среде MATLAB диаграмму Боде, для этого введем передаточную функцию:

```
>> W=tf([0 0 0 155.333],[0.0000144 0.00189 0.055 1])
```

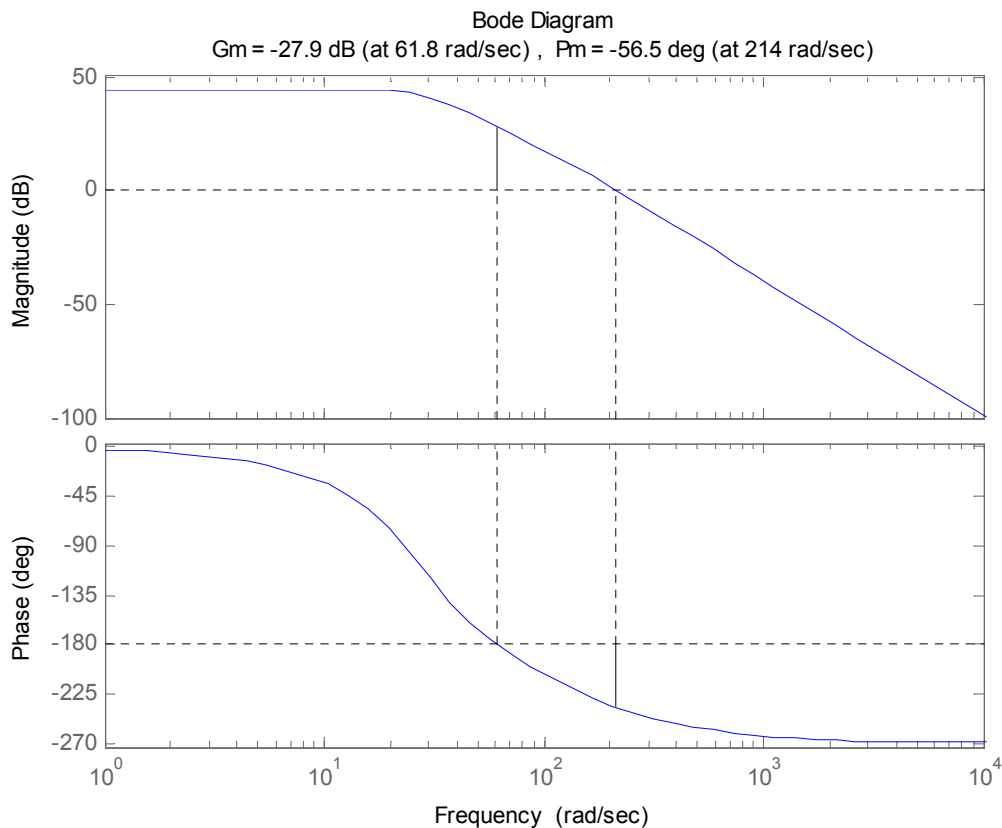
Transfer function:

155.3

-----  
1.44e-005 s^3 + 0.00189 s^2 + 0.055 s + 1

и выведем на экран диаграммы Боде:

```
>> margin(W)
```



Из диаграмм Боде видно, что система неустойчива и нуждается в коррекции. Из справочника по данным показателям качества найдем, что частота среза желаемой ЛАХ должна составить 6.25 рад/с.

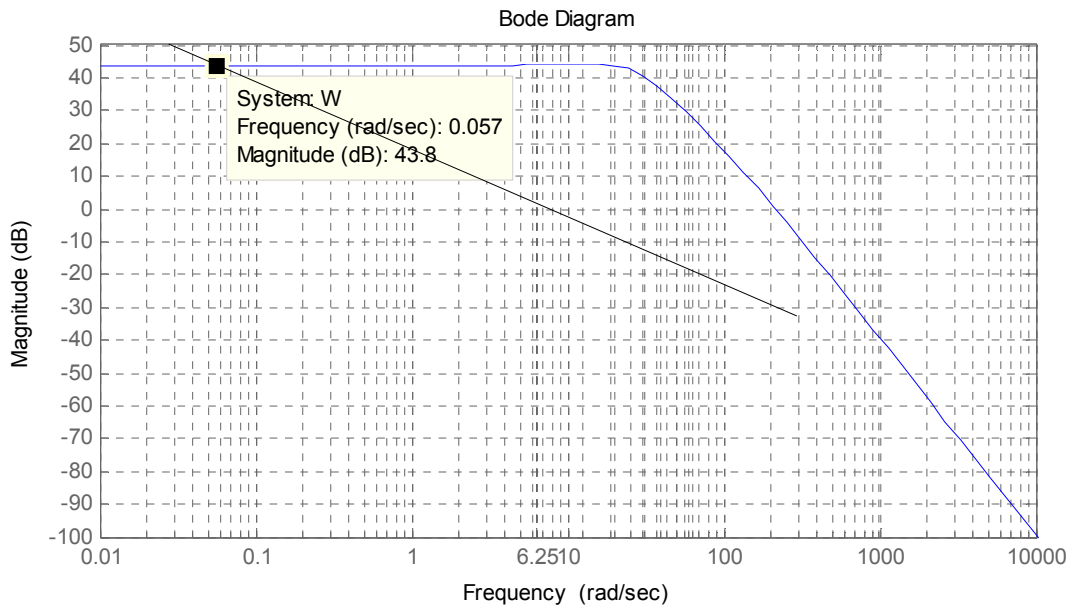
В той же системе MATLAB через точку (6.25 рад/с; 0дБ) проведем прямую с наклоном -20 дБ/дек до пересечения с ЛАХ нескорректированной системы. Найдем частоту, соответствующую точке пересечения – частоту первого излома желаемой ЛАХ (рисунок 1).

Таким образом,  $T_1' = \frac{1}{0.057} = 17.544$  с

Так как характеристическое уравнение исходной системы имеет



третью степень, то наклон высокочастотного участка Лисх равен -60 дБ/дек. Соответственно, для сопряжения наклонов желаемая ЛАХ должна иметь еще два излома.



Частоты изломов ЛАХ найдем следующим образом: переведем исходный объект в zpk-форму:

```
>> zpk(W)
Zero/pole/gain:
  10787013.8889
-----
(s+100) (s^2 + 31.25s + 694.4)
```

Из передаточной функции видно, что zpk-объект состоит из двух звеньев – аperiodического и 2-го порядка. Известно, что характеристический полином звена второго порядка может быть представлен в следующем виде:

$$T^2 p^2 + 2\zeta T p + 1 = p^2 + 2\zeta \omega p + \omega^2,$$

откуда имеем постоянную времени:  $T = \sqrt{\frac{1}{\omega^2}} = \sqrt{\frac{1}{694.4}} = 0.0379 \text{ с.}$

Таким образом, постоянные времени, соответствующие частотам сопряжения желаемой ЛАХ:  $T'_2 = 0.01 \text{ с, } T'_3 = 0.0379 \text{ с.}$

Зададим ПФ желаемой системы:

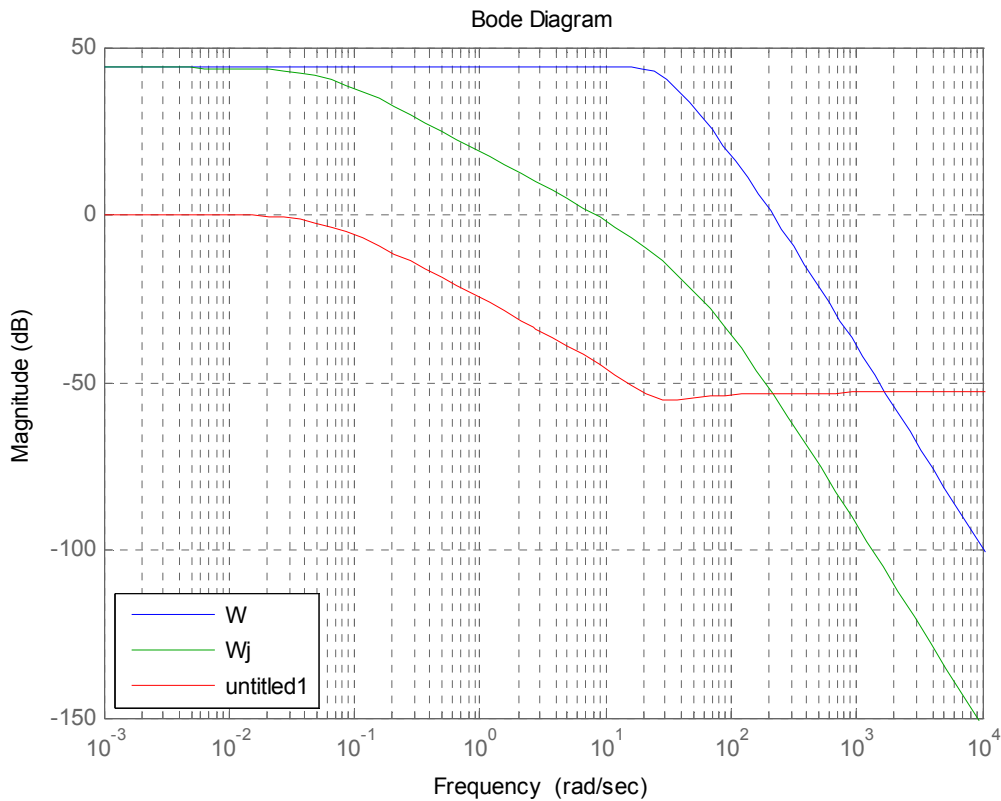
$$W_{\text{ж}} = \frac{155.333}{(17.544p + 1)(0.0379p + 1)(0.01p + 1)} = \frac{155.333}{0.00065p^3 + 0.841p^2 + 17.592p + 1}$$

и выполним построение  $\frac{W}{W_{\text{ж}}}$ :

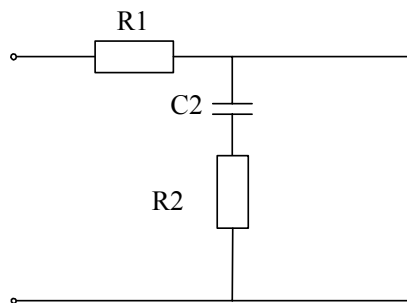
```
>> Wj=tf ([0 0 0 155.333],[0.0065 0.841 17.592 1])
```

Transfer function:  
155.3

-----  
 $0.0065 s^3 + 0.841 s^2 + 17.59 s + 1$   
>> bode (W, Wj, Wj/W)



По виду ЛАХ КУ (на диаграмме – untitled1) выберем схемную реализацию КУ, которую затем переводим в алгоритм программирования в контроллере:



Таким образом, предложена методика автоматизированного определения ЛАХ КУ в среде MATLAB, которая имеет существенные преимущества в сравнении с ручным построением ЛАХ и обеспечивает широкие возможности по исследованию влияния различных параметров на ЛАХ КУ.

## ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА АДАПТИВНОЙ ДИСКРЕТИЗАЦИИ В ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЕ ДЛЯ ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

Дужий А.В.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Островляничик В.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В НИИ Автоматики, информатики и электромеханики Сибирского государственного индустриального университета разработано регистрирующе-диагностическое устройство (РДУ) для электропривода [1]. РДУ является результатом исследований, проводимых с целью создания информационно-управляющих систем, в частности ИУС технологическим процессом «подъем», описанной в [2]. РДУ является базовой основой для реализации данных ИУС. РДУ может применяться как на шахтных подъемных установках, так и на других объектах с электроприводом, таких как прокатные станы.

РДУ регистрирует в функции времени основные технологические параметры электропривода. При возникновении нештатной ситуации зарегистрированные процессы могут быть использованы для выявления причин аварии. Зарегистрированные процессы записываются в файлы на жесткий диск для последующего просмотра и анализа.

Для наиболее эффективного использования накопителей информации в РДУ необходимо сокращение избыточности измерительной информации и сжатие данных.

В информационно-измерительной системе используется АЦП, работающий в режиме равномерной дискретизации по уровню и по времени. Частота дискретизации по времени переменная и управляется программно.

Описанный ниже, разработанный автором алгоритм сокращает избыточность измерительной информации за счёт прореживания выборок с АЦП, ориентируясь на высшие гармоники в спектре сигнала. В основу положен алгоритм, изложенный в работе [3]

Производится дискретизация сигнала с максимальной для примененного АЦП частотой передискретизации  $f_{\text{пд}}$ . В результате получаем массив выборок  $x[n]$ . Этот массив подвергается дискретному преобразованию Фурье:

$$X[k] = \sum_{n=0}^{N-1} x[n] e^{-j2\pi kn/N} \quad (1)$$

где:  $N$  – количество выборок в массивах  $x[n]$  и  $X[k]$ .

Массив  $X[k]$  нормируется:

$$\bar{X} = \sqrt{\sum_{n=0}^{N-1} (\text{Re}(X[n])^2 + \text{Im}(X[n])^2)}, \quad (2)$$

$$\operatorname{Re}(Y[k]) = \frac{\operatorname{Re}(X[k])}{\bar{X}}, \quad \operatorname{Im}(Y[k]) = \frac{\operatorname{Im}(X[k])}{\bar{X}}, \quad k=0, 1, \dots, N-1, \quad (3)$$

где:  $\bar{X}$  – норма,  $Y[k]$  – нормированный массив.

В результате получаем нормированный спектр.

Элементы массива  $Y[k]$  суммируются в  $S$  по одному, начиная с последнего элемента ( $k=N-1$ ). После каждого суммирования проверяется условие

$$S < S_{\text{пор}} \quad (4)$$

Если условие (4) выполняется, то  $k$  уменьшается на единицу и суммирование продолжается.

Если (4) условие перестало выполняться, т.е. значение суммы гармоник  $S$  достигло порогового значения  $S_{\text{пор}}$ , суммирование прекращается. Частота  $f$ , соответствующая  $k+1$  – это частота, сумма гармоник выше которой не превышает порогового значения  $S_{\text{пор}}$ . По теореме Котельникова выбирается минимальная частота дискретизации  $f_{\text{min}}=2f$ . Т.к. сигнал был дискретизирован с частотой передискретизации  $f_{\text{пд}}$ , для получения массива выборок, дискретизированных с оптимальной частотой, выбирается максимальное целое число  $d < f_{\text{пд}}/f_{\text{min}}$ . Из массива  $x[n]$  выбирается каждая  $d$ -я выборка в массив  $y[n]$ . Массив  $y[n]$  записывается в архивный файл в виде блока, совместно со значением частоты дискретизации для этого блока  $f_d=f_{\text{пд}}/d$ .

#### Заключение.

Разработан алгоритм автоматического выбора частоты дискретизации АЦП, обеспечивающий адаптивную дискретизацию по времени, что обеспечивает сокращение избыточности измерительной информации. За счет применения этого алгоритма достигается наиболее эффективное использование накопителей информации. Применение данного алгоритма в информационно-измерительной системе позволяет увеличить время непрерывной регистрации сигналов при той же емкости накопителя информации.

#### Библиографический список

1. Дужий А.В. Регистрирующе-диагностическое устройство как базовая основа информационно-управляющих систем и комплексов. // XIII научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Современные техника и технологии», 26-30 марта 2007 г. Труды. В 3х т. - Томск: Изд-во ТПУ, 2007. - Т.2.-492 с.
2. Дужий А.В. Информационно-управляющая система технологическим процессом «подъем» // XII научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых учёных «Современные техника и технологии». Труды. Изд-во ТПУ, 2006.
3. Адаптивные системы сбора и передачи аналоговой информации. Основа теории / А.Н. Дядюнов, Ю.А. Онищенко, А.И. Сенин. – М.: Машиностроение, 1988. – 288 с.

## МИКРОПРОЦЕССОРНОЕ УПРАВЛЯЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО ДВИГАТЕЛЕМ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Русских М.Ф.

Научный руководитель: д.т.н., профессор Островляничик В.Ю.

*Сибирский государственный индустриальный университет  
г. Новокузнецк*

В промышленных электроприводах для ограничения колебаний в кинематической цепи на заданном уровне система управления должна обеспечивать плавное протекание переходных процессов с ограниченной величиной максимального ускорения и его производной, причем, чем больше мощность электропривода, тем больше внимания этой проблеме уделяют разработчики устройств управления приводом. Управляющее устройство должно осуществлять такой алгоритм формирования задания, чтобы обеспечивать ограничение координат электромеханической системы на определенном уровне и по определенному закону. Такими координатами могут быть скорость, ускорение, рывок и ток якоря. Основным элементом управляющего устройства является квадратичный задатчик интенсивности.

В [1, с. 136-145] рассматривается построение квадратичного задатчика интенсивности. Этот вариант предлагает формирование выходной величины задатчика в зависимости от условий на десяти участках диаграммы скорости. Естественно такой вид математического описания осложняет дальнейшую реализацию устройства. Для того, чтобы минимизировать математические выкладки и упростить построение задатчика интенсивности, предлагается структурная схема, приведенная на рисунке 1.

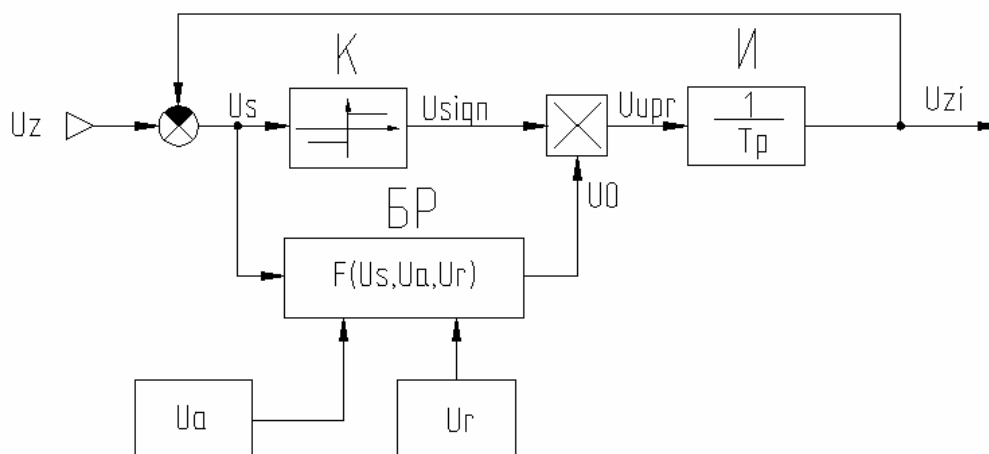


Рисунок 1 – Квадратичный задатчик интенсивности

Обозначения на схеме: БР – блок расчета внутренней интегрируемой величины  $U_0$ ; И – интегратор задатчика интенсивности; К – блок компаратора;  $U_z$  – сигнал задания;  $U_{zi}$  – выходной внешнего интегратора;  $U_s$

– сигнал ошибки;  $U_{sign}$  - напряжение ограничения релейного элемента;  $U_r$  – величина, пропорциональная рывку;  $U_a$  - величина, пропорциональная ускорению;  $U_o$  – выходной сигнал блока расчета БР.

Блок компаратора вырабатывает сигнал определенной полярности и описывается выражением:

$$U_{sign} = \begin{cases} -1, & \text{при } U_s < 0 \\ 1, & \text{при } U_s > 0 \end{cases}; \quad (1)$$

$$\text{где } U_s = U_z - U_{zi}; \quad (2)$$

Функционирование блока расчета, благодаря которому выход задатчика интенсивности приобретает квадратичную зависимость на определенных участках (разгона, торможения, а также выхода на номинальную величину скорости), описывается следующей системой:

$$U_o = \begin{cases} 0, & \text{при } U_s = 0 \\ U_a, & \text{при } |U_o| \geq U_a \\ U_r \cdot \frac{1}{T_p}, & \text{при } 0 < |U_o| < U_a \\ -U_r \cdot \frac{1}{T_p}, & \text{при } 0 < |U_s| < U_{ust} \end{cases}; \quad (3)$$

$$\text{где } U_{ust} = U_o \cdot U_o \cdot 0.5 / U_r; \quad (4)$$

Для ограничения полного тока якоря и минимизации обратных связей в системе в целом заведем обратную связь по току на квадратичный задатчик интенсивности. В [2] был показан принцип построения задающего устройства с ограничением полного тока якоря. В обратной связи по току в данном случае присутствовал ПИ-регулятор, состоящий из интегратора задатчика интенсивности и коэффициента пропорциональности  $K_2$ , включенного параллельно этому интегратору. Применяв данный принцип по отношению к задатчику интенсивности, рассматриваемое устройство теперь можно полноценно рассматривать как управляющее.

Для того чтобы представить управляющее устройство в его связи с объектом, введем общую передаточную функцию части системы:

$$W(p) = \frac{U_r(p)}{U_{zi}(p)} = \frac{K(T_{a1}^x p^x + T_{a2}^{x-1} p^{x-1} + \dots + T_{ay} p + 1)}{T_{b1}^n p^n + T_{b2}^{n-1} p^{n-1} + \dots + T_{bm} p + 1}; \quad \text{где } x \leq n.$$

Тогда структурную схему системы автоматического регулирования с задающим устройством примет вид, приведенный на рисунке 2.

Блок НЗ представляет собой нелинейное звено с заданными нижними границами, или инфимумами,  $I_0$  обеих полярностей входной величины (полного тока якоря) и описывается системой:

$$U_{inf} = \begin{cases} 0, & \text{если } |I| < I_0 \\ |I| - I_0, & \text{если } I > 0 \\ -(|I| - I_0), & \text{если } I < 0 \end{cases}; \quad (5)$$

Тогда

$$U_{k1} = K1 * U_{inf}; \quad (6)$$

$$U_{k2} = K2 * U_{k1}; \quad (7)$$

$$U_{upr} = U_0 \cdot U_{sign} - U_{k1}; \quad (8)$$

$$U_{zi} = U_{upr} \cdot \frac{1}{T_p} - U_{k2}. \quad (9)$$

По приведенному математическому описанию был составлен алгоритм и написана программа для микроконтроллера PIC18F452. Результаты работы программы приведены в виде осциллограмм, полученных в результате моделирования устройства в программном пакете Proteus VSM.

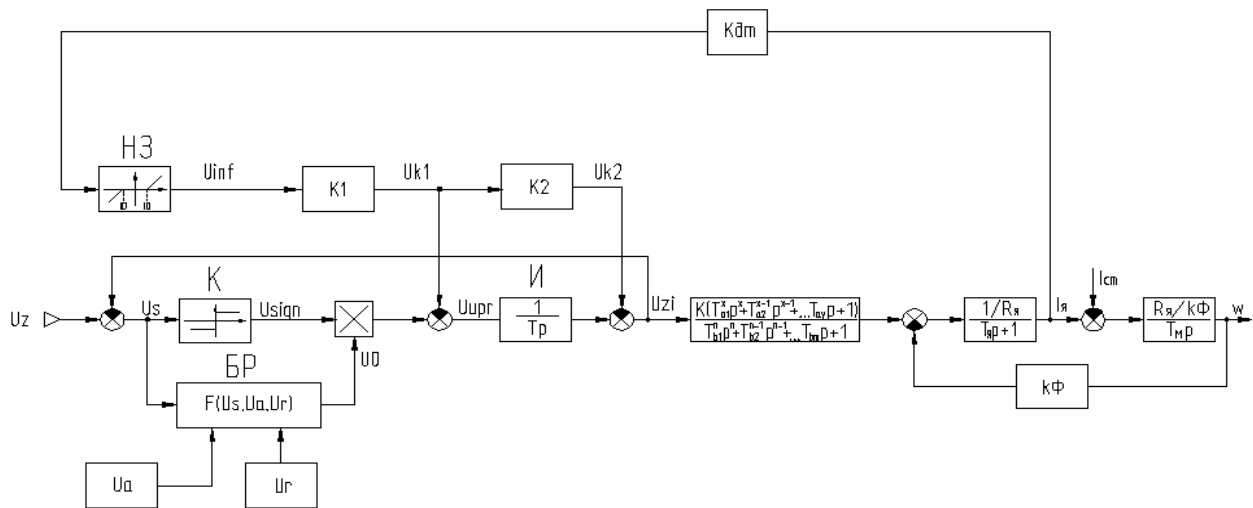


Рисунок 2 – Управляющее устройство в системе управления двигателем постоянного тока

На диаграмме рисунка 3 наглядно показана возможность переключения уровня скорости при работе управляющего устройства в ручном режиме. Также здесь отчетливо показана отработка устройством квадратичной зависимости на определенных участках.

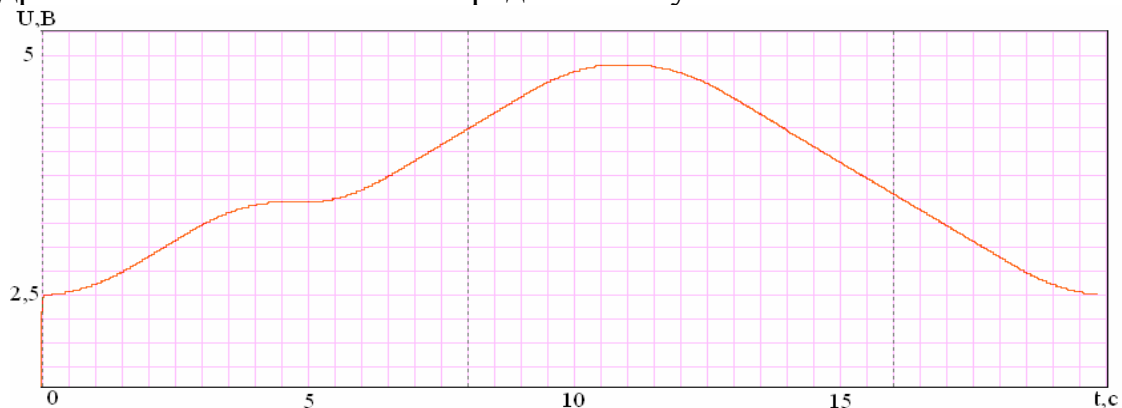


Рисунок 3 – Осциллограмма №1 выходного сигнала управляющего устройства

На рисунке 4 показана возможность управляющего устройства работать при изменении направления задания движения подъемного сосуда, то есть при реверсе двигателя.



Рисунок 4 – Осциллограмма №2 выходного сигнала управляющего устройства

На рисунке 5 показана осциллограмма, на которой отражено действие функции токоограничения. Сигнал по каналу тока был наложен в промежутке времени  $t=1,7 - 7$  с.

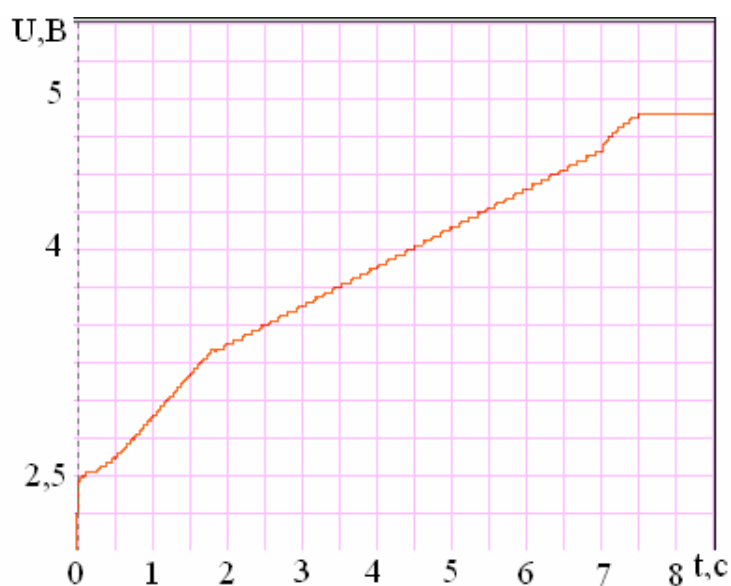


Рисунок 5 – Осциллограмма №3 выходного сигнала управляющего устройства

При интеграции в данную цифровую систему регуляторов конкретной системы автоматического регулирования и подключения системы импульсно-фазового управления и системы защит и сигнализации, реализованных на нескольких или одном производительном контроллере, можно получить полноценное микропроцессорное управляющее устройство,



обладающее преимуществами компактности и гибкости в настройке. Данная перспектива развития управляющего устройства схематично представлена на рисунке 6.

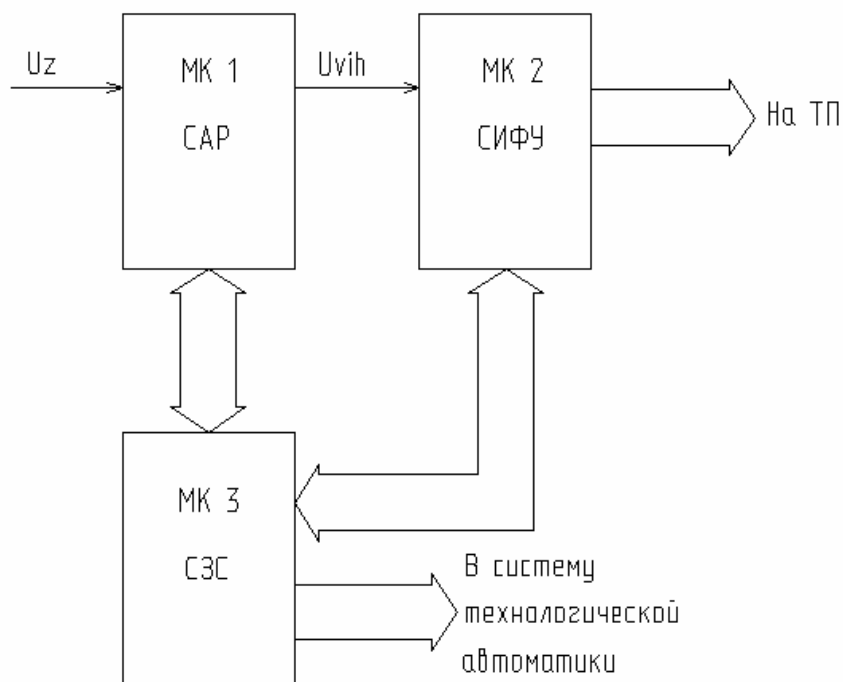


Рисунок 6 – Схематичное представление функциональной схемы управляющего устройства

Здесь  $U_z$  – сигнал задания;  $U_{vih}$  – выходной сигнал системы автоматического регулирования; ТП – тиристорный преобразователь.

#### Библиографический список

1. Островляничик В.Ю. Автоматический электропривод постоянного тока горно-металлургического производства: учебное пособие / Островляничик В.Ю. - Новокузнецк, 2004 - 383 с.
2. Филенко А.С. Задающее устройство с ограничением полного тока якоря [Текст] / А.С. Филенко, М.Ф. Русских / Наука и молодежь: проблемы, поиски, решения: труды всероссийской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых / под общей редакцией Л.П. Мышляева; СибГИУ. - Новокузнецк, 2008. – вып. 12. – ч. V. Технические науки. – с. 36-38.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>I. АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СТРОИТЕЛЬСТВА .....</b>	<b>3</b>
<b>Грошева И.Ю.</b> К вопросу о тенденциях современного искусства, архитектуры. Красноярская музейная биеннале 2009 .....	3
<b>Никоненко Е.Ю., Черемнова А.Н.</b> Солнечные часы как элемент ландшафтного дизайна .....	8
<b>Ботищев А.Г.</b> Пространственный модульный каркас в конструкциях общественных зданий .....	14
<b>Ботищев А.Г.</b> Проектирование футбольного стадиона в городе Новокузнецке .....	17
<b>Есина А.Ю.</b> Концепция развития многофункционального общественно-делового центра .....	19
<b>Кислова Н.А.</b> Комплекс жилых зданий с бытовым обслуживанием .....	23
<b>Соколова Т.Е.</b> Универсальный выставочный зал .....	26
<b>Манохина Т.И., Благиных Ж.М.</b> Проектирование коттеджного поселка в пригородной зоне Новокузнецка .....	28
<b>Кишкина Н.В.</b> Малоэтажное строительство в городе Новокузнецке на примере коттеджного поселка «Северная звезда» .....	32
<b>Лазаренко О.Н., Дементьева А.П.</b> Комплекс гостиниц в поселке городского типа Шерегеш на горе Зеленая. Социальная направленность проекта комплекса .....	36
<b>Рогалев Е.Д., Эрих А.В.</b> Оздоровительный центр в комплексе гостиниц на горе Зеленая в п.г.т. Шерегеш .....	40
<b>Лазаренко О.Н., Дементьева А.П.</b> Планировочные решения комплекса гостиниц на горе Зеленая в п.г.т. Шерегеш .....	42
<b>Лазаренко О.Н., Дементьева А.П.</b> Объемно-планировочное решение туристических домиков в комплексе гостиниц на горе Зеленая в п.г.т. Шерегеш .....	45

<b>Кутищева Е.С., Федоренко Е.В.</b> Гостиница эконом класса в комплексе гостиниц на горе Зеленая в поселке городского типа Шерегеш .....	49
<b>Рогалев Е.Д., Эрих А.В.</b> Решение технико-экономических вопросов в проекте отопления горячего водоснабжения на горе Зеленая в поселке городского типа Шерегеш .....	51
<b>Кутищева Е.С., Федоренко Е.В.</b> Решения технико-экономических вопросов в проекте водоснабжения на горе Зеленая в поселке городского типа Шерегеш .....	54
<b>Кутищева Е.С., Федоренко Е.В.</b> Новые решения водоснабжения туристического комплекса на горе Зеленая в поселке городского типа Шерегеш .....	63
<b>Шляпин А.С.</b> Применение новых технологий для очистки городских сточных вод ...	71
<b>Володькина А.В.</b> Мембраны в очистке природной воды .....	73
<b>Ланге В.Е.</b> Фильтрующий материал для фильтровальных сооружений .....	77
<b>Бабакова Н.В.</b> Интенсификация работы отстойников с камерами хлопьеобразования .	80
<b>Скворцов А.С.</b> Интенсификация камер хлопьеобразования .....	85
<b>Благодарумов Ю.В.</b> Применение насосов с частотно-регулируемым приводом для промывки фильтров .....	89
<b>Безъязычная И.А.</b> Утилизация осадков городских сточных вод .....	91
<b>Лесовских А.Ю.</b> Обеззараживание сточных вод .....	94
<b>Короткова У.В.</b> Организация замкнутого водообеспечения машиностроительного завода .....	100
<b>Кусургашева С.Ю.</b> Организация замкнутого водоснабжения. Очистка поверхностного стока завода транспортного машиностроения в г. Барнауле .....	102
<b>Варфоломеева Н.С.</b> Организация замкнутого водообеспечения машиностроительного завода. Доочистка нефтесодержащих стоков .....	105

<b>Семенов А.А.</b>	
Очистка шахтных вод .....	108
<b>Кицул М.Г.</b>	
Охлаждение доменной печи .....	113
<b>Саммель Т.И.</b>	
Регулируемые канализационные системы .....	115
<b>Андрощук А.О.</b>	
Пенобетонные изделия с использованием техногенных продуктов .....	120
<b>Баум А.А.</b>	
Керамический кирпич на основе золы ТЭС .....	123
<b>Бугримова Н.А.</b>	
Исследование активности и водоудерживающей способности шлаковых вяжущих .....	126
<b>Волков И.Ю.</b>	
Производство резиновой крошки .....	129
<b>Елькин К.Е.</b>	
Цех по производству стеновых блоков из пенозолобетона .....	132
<b>Ермакова Н.М.</b>	
Завод по производству асфальтобетона .....	136
<b>Матехина А.Н.</b>	
«Холодное» бетонирование .....	139
<b>Полей М.Б.</b>	
Исследования по получению декоративного стенового камня на основе отбеленного шлака .....	143
<b>Пушилина М.Ю.</b>	
Технология получения блоков из пенобетона .....	145
<b>Стеблюк А.Н.</b>	
Керамзитозолополистиролбетонные блоки – сэндвич для стен .....	148
<b>Столярова Н.А.</b>	
Технология эффективного керамического кирпича .....	152
<b>Иванов А.И., Тихонова Е.В., Мацнева А.А., Злобин В.И.</b>	
Исследование возможности объемного окрашивания керамических материалов из техногенных отходов .....	155
<b>Ланге В.Е.</b>	
Солома как строительный материал .....	160
<b>Хохлова И.В.</b>	
Каноны проектирования храма .....	165
<b>Назаренко Я.Ю.</b>	
Проект БЭМО, как выход из кризиса в развитии Восточной Сибири ....	168

<b>Федорович А.В.</b> Исследование связи между твердостью металла и напряженно-деформированным состоянием элементов конструкций .....	172
<b>Зубреева А.В.</b> Разработка предложений усиления строительных конструкций галереи .....	174
<b>Ершов К.А.</b> Блокированные индивидуальные жилые дома в Новокузнецком районе .....	177
<b>Федотова Е.П.</b> Оценка технического состояния строительных конструкций здания цеха ремонта подвижного состава с разработкой предложений по их дальнейшей эксплуатации .....	180
<b>Гатауллин М.В.</b> Обследование, оценка технического состояния и усиление строительных конструкций здания гидроцеха ОАО «Шахта Большевик» .....	183
<b>Дырочкина И.Н.</b> Конечно-элементный анализ напряженно-деформированного состояния изгибаемых элементов металлических конструкций .....	188
<b>Логинов А.А.</b> Усиление строительных конструкций здания ЦТО .....	192
<b>Мамедов А.О.</b> Обследование, оценка технического основания и усиление строительных конструкций здания АБК и материального склада ОАО шахты «Большевик» в г. Новокузнецке .....	195
<b>Мартынова А.А.</b> Изучение вопросов архитектурно-конструктивного проектирования одноэтажных промышленных зданий в сейсмических районах с использованием информационных технологий .....	198
<b>Скворцова А.Ю.</b> Разработка прогрессивных конструктивных решений усреднительного склада ООО «Искитим-Цемент» с применением вычислительных программных комплексов.....	203
<b>Федорова А.С.</b> Реконструкция участка здания корпуса №6 ООО «Электропром» в г. Прокопьевске .....	206
<b>Анисина А.Ф.</b> Изучение работы и предельных состояний несущих элементов металлоконструкций с применением мультимедийных технологий .....	211
<b>Ичитовкин И.С.</b> Изучение работы и расчета, сжатых и растянутых железобетонных элементов с использованием информационных технологий .....	214

<b>Столбоушкина О.А.</b>	
Теплотехнический расчет стены с использованием высокотеплоэффективного крупноформатного поризованного керамического кирпича фирмы RAUF .....	216
<b>Шелепов С.Н.</b>	
Интенсификация работы иловых площадок .....	220
<b>II. ЭКОЛОГИЯ. БЕЗОПАСНОСТЬ. РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ</b> .....	225
<b>Бухминова А.М.</b>	
Информационно-аналитическая система экологического мониторинга промышленного города (на примере г. Новокузнецка) .....	225
<b>Медведская О.О.</b>	
Сбор и утилизация выбросов установки получения электродного пека .	230
<b>Кожевников А.А.</b>	
Социальный контроль условий и безопасности труда на угольных шахтах .....	234
<b>Бальцер Д.В., Булис Т.А.</b>	
Исследование содержания полициклических ароматических углеводородов в стоках коксохимического производства .....	237
<b>Булис Т.А.</b>	
Применение метода аксиоматического анализа к контролю качества сточных вод .....	240
<b>Покровская О.Д.</b>	
К вопросу об экологических проблемах российской автомобилизации .	246
<b>Деркаева В.С.</b>	
Предложения по улучшению экологической обстановки Кемеровской области в районах угледобычи .....	252
<b>Кунина Д.В.</b>	
Применение акустических экранов для защиты от шума автомобильного и железнодорожного транспорта .....	255
<b>Бондаренко И.С., Воробьева А.Г.</b>	
Новые конструкции фильтров для очистки и обезвреживания сточных вод промышленных предприятий .....	259
<b>Дробин Е.Д.</b>	
Решение проблемы чистой воды в Кузбассе .....	262
<b>Кулагин С.А.</b>	
Основные направления улучшения экологической обстановки в г. Новокузнецке .....	265

<b>Александров Р.А.</b>	
Пожарная безопасность на железнодорожном транспорте .....	268
<b>Ярмола А.В.</b>	
Воздействие автомобильного транспорта на атмосферу .....	273
<b>Кокорев А.</b>	
Влияние горнодобывающих предприятий на миграцию тяжелых металлов в окружающую среду .....	278
<b>Тимакова С.А.</b>	
Придёт ли ещё один ледниковый период .....	280
<b>Сёмина И.С., Лябин А.С.</b>	
Обоснование рациональной технологии внутреннего отвалообразования участка «Алардинский – Центральный» с последующей рекультивацией .....	284
<b>Сёмина И.С., Горохова Д.В.</b>	
Разработка рекомендаций по ведению рекультивационных работ на Калтанском угольном разрезе .....	289
<b>Вдовин Н.В.</b>	
Создание экологически – чистых зон в Париже и Новокузнецке .....	292
<b>Типикина Е.К.</b>	
Питьевая вода – важнейший минеральный ресурс XXI века .....	295
<b>Новиков С.В.</b>	
Влияние электромагнитных полей на человека .....	296
<b>Пилипишина И.Б.</b>	
Предложения по снижению профзаболеваемости в угольной отрасли Кузбасса .....	301
<b>Шило А.Г.</b>	
Комплексное локомотивное устройство безопасности .....	306
<b>Бауск А.С, Ходосов И.Е., Лазаревский П.П.</b>	
Использование вторичного полиэтилентерефталата для производства композиционных материалов .....	314
<b>Лаевская В.Ф.</b>	
Антропогенное воздействие на водные экосистемы и особенности биоиндикации загрязненных и относительно чистых водоемов юга Кемеровской области .....	317
<b>Чичиндаева А.Г.</b>	
Проект геоэкологического мониторинга атмосферных пылевых выпадений угледобывающего предприятия (на примере разреза «Шахты №12», г. Киселевск) .....	320
<b>Спасов С.И.</b>	
Влияние энергетики на экологию Кузбасса .....	323

<b>Тереда Е.Ф.</b> Экологическое образование подрастающего поколения в индустриальном регионе .....	326
<b>Юхимец А.В., Нечаев Я.С.</b> Способ очистки малых рек и его реализация на примере реки Аба .....	329
<b>Федорова В.В.</b> Организация малых пихтоваренных производств в центральном лесоэкономическом районе Красноярского края .....	332
<b>Дутова А. Н.</b> Проблема устойчивого развития болотных фитоценозов под влиянием лесомелиорации (на примере мониторинга химического состава болотных вод) .....	334
<b>Колпаков А.</b> Экологический туризм как средство охраны природных территорий ....	337
<b>Зайцева Т.Н., Пепеляева Н.П.</b> Инвентаризация свалок ТБО России и разработка системы извлечения и утилизации свалочного метана .....	339
<b>Морозова В.В.</b> Применение ультрафиолетового излучения для обеззараживания воды .	342
<b>Карева О.А.</b> Геоэкологические проблемы города Томска .....	345
<b>Козловский А.В.</b> Лунные ландшафты Кузбасса .....	350
<b>III. ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ</b> .....	354
<b>Шеховцова В.О.</b> Обоснование параметров безопасной и эффективной отработки слепых рудных залежей на железорудных месторождениях Горной Шории и Хакасии .....	354
<b>Климушкина А.В.</b> Анализ путей исследований взрывобезопасной разработки углеметановых месторождений .....	359
<b>Крутя А.А.</b> Рекультивация нарушенных земель на Бунгурском угольном разрезе ...	362
<b>Корнев Е.С.</b> Перспективы применения численных методов в геомеханике при освоении новых угольных месторождений Кузбасса .....	367



<b>Караваев Д.А.</b> Формирование отвала в выработанном пространстве карьера «Левобережная Сухаринка» .....	372
<b>Гаврилов Н.В.</b> Комплексное использование минерально-сырьевой базы Кузбасса .....	377
<b>Грошев К.П., Ефименко А.С., Борисов И.В.</b> Регистрации сейсмических колебаний от подземных массовых взрывов .....	379
<b>Шарай А.С.</b> Технология ведения взрывных работ в обводненных условиях .....	383
<b>Саломатина Р.М.</b> Разработка мероприятий по утилизации шахтного газа в условиях ОАО филиала «Шахта «Осинниковская»» .....	385
<b>Кривов К.Н.</b> Разработка мероприятий по разупрочнению труднообрушающихся пород кровли в условиях филиала «Шахта «Осинниковская»» .....	389
<b>VI СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ И ПРОМЫШЛЕННЫЕ УСТАНОВКИ</b> .....	393
<b>Борисов С.В.</b> Система управления и защиты грузопассажирского лифта .....	393
<b>Кунина Д.В.</b> Противонакопление микроконтроллерных интегрирующих регуляторов асинхронных электроприводов .....	396
<b>Дружилов Ал.С.</b> Модернизация электропривода механизма качания кристаллизатора ...	401
<b>Дружилов Ар.С.</b> Алгоритм микроконтроллерного задатчика интенсивности .....	407
<b>Желудков С.Ю., Борисов С.Н.</b> Двухдвигательный стенд микроконтроллерного управления двигателями переменного и постоянного тока с воспроизведением нагрузочных диаграмм .....	410
<b>Кошкин М.Ю.</b> Механизм перемещения стола газовой резки сортовой МНЛЗ ККЦ 2 ЗСМК .....	415
<b>Крючков Ф.В., Обшаров Д.М., Григорьев В.М., Радаев А.С., Гайдуков В.В.</b> Узел управления автоматическими раздвижными дверями лифта лабораторной установки .....	419

<b>Кубатин А.О.</b> Модернизация системы управления рольгангов разгрузки сортовой МНЛЗ ККЦ-2 ОАО «ЗСМК» .....	424
<b>Галичанин А.Ю., Сидоров М.В.</b> Логическое управление двигателем постоянного тока .....	427
<b>Модзелевский Д.Е.</b> Анализ электромагнитных процессов работы тиристора и построение эмпирической математической модели работы тиристора в зоне малых токов .....	433
<b>Поползин И.Ю.</b> Автоматическое определение передаточной функции звена последовательной коррекции .....	437
<b>Дужий А.В.</b> Применение алгоритма адаптивной дискретизации в информационно- измерительной системе для шахтной подъемной установки .....	443
<b>Русских М.Ф.</b> Микропроцессорное управляющее устройство двигателем постоянного тока .....	445

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

**ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ**

**Часть IV**

*Труды Всероссийской научной конференции студентов, аспирантов  
и молодых ученых*

**Выпуск 13**

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. 26,98 Уч.-изд.ли. 29,21 Тираж 300 экз. Заказ № \_\_\_\_\_

Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Сибирский государственный индустриальный университет»  
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42  
Издательский центр СибГИУ