Министерство образования и науки Российской Федерации
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»

Агентство по защите окружающей среды США (EPA)

Администрация Кемеровской области

Департамент природных ресурсов
и экологии Кемеровской области

Управление Федеральной службы по надзору
в сфере природопользования по Кемеровской области

Администрация г. Новокузнецка

Кемеровское региональное отделение
Российской экологической академии

Кузбасская Ассоциация переработчиков отходов

УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ – ОСНОВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ В КУЗБАССЕ

Посвящается 80-летию Сибирского государственного индустриального университета

Сборник докладов
третьей Международной
научно-практической конференции

Новокузнецк
2010

УДК 658.567.1: 504.064
ББК30.69

Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе: Сб. докладов третьей Международной научно-практической конференции. / Под ред. Е.П. Волынкиной: СибГИУ. – Новокузнецк, 2010. – 425 с., ил.

Редакционная коллегия: д.т.н., а. РЭА, а. РАЕ, чл-корр. МАЭИН Протопопов Е.В., д.т.н., а. РЭА, Волынкина Е.П., к.т.н., Коротков С.Г.

Изложены результаты научных исследований и практического опыта в области управления отходами, теоретические, эколого-экономические и социальные аспекты обращения с отходами, новые технологии переработки, обезвреживания и экологически безопасного захоронения отходов, извлечения и утилизации биогаза с полигонов твердых бытовых отходов.

Ориентирован на широкий круг инженерно-технических работников, экологов, научных работников, преподавателей, аспирантов, студентов.

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2010

Уважаемые участники III международной научно-практической конференции «Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе»

Стало традицией, что Сибирский государственный индустриальный университет – старейший и крупнейший вуз Кемеровской области – предоставляет площадку для столь представительной аудитории, объединяющей ученых и технических специалистов, руководителей региональной и местных Администраций, природоохранных и отходоперерабатывающих предприятий для обсуждения актуальных проблем в области управления отходами.

Университет не впервые берет на себя роль лидера в решении наиболее острых проблем, стоящих перед нашим регионом. Во многом благодаря образовательной и научной деятельности СибГИУ в Кузбассе развивались металлургическая, горнодобывающая, строительная отрасли. Сейчас настало время для создания отрасли по переработке отходов, которая призвана не только обеспечить экологическое благополучие региона, сбережение природных и энергетических ресурсов, но и дать новый импульс развитию экономики Кузбасса.

Решение научных и образовательных задач для создания отрасли по переработке отходов является одним из ключевых направлений деятельности нашего университета. Учеными университета выполнены исследования ряда объектов размещения отходов на территории Кемеровской области, разработаны методы оценки отходов как техногенного сырья, технологии, обеспечивающие переработку и обезвреживание широкого спектра отходов – от многотоннажных промышленных до особо токсичных. Многие технологии внедрены или находятся в настоящее время на стадии разработки и внедрения. С 2003г. университет готовит и выпускает инженеров по специальности «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов», специализация «Переработка комплексного и техногенного сырья». В 2010 г. открыта специализированная кафедра техногенных и вторичных ресурсов, организовано дополнительное профессиональное образование в области подготовки и переподготовки специалистов в сфере экологии и обращения с отходами, созданы малые вузовские предприятия по производству на основе отходов новых видов продукции. Развивается сотрудничество с нашими зарубежными коллегами из Украины и США. В настоящее время ученые университета работают над программой создания и развития отходоперерабатывающей отрасли в Кузбассе.

Уверен, что на конференции будет представлено немало ценных научно-практических разработок наших коллег из других вузов и организаций. Обсуждение актуальных проблем в рамках круглого стола «Проблемы и перспективы развития отходоперерабатывающей отрасли в Кузбассе» позволит выработать необходимые конструктивные решения, а тренинговый семинар с участием специалистов из США поможет использовать передовой зарубежный опытов в области утилизации бытовых отходов и энергетического использования генерируемого свалками метана.

Желаю участникам конференции интересной и эффективной работы в таком благородном и значимом для всех нас направлении как организация управления отходами и создание в Кузбассе новой отрасли, направленной на повышение экологической безопасности региона.

Ректор СибГИУ,
д.т.н., профессор С.П. Мочалов

Уважаемые участники третьей международной научно-практической конференции «Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе»

Проблема в области обращения с отходами чрезвычайно актуальна для Кузбасса. Являясь одним из наиболее индустриальных и урбанизированных регионов Российской Федерации, Кемеровская область в полной мере столкнулась с проблемами переработки и утилизации отходов производства и потребления. На территории региона, занимающей всего 0,56 % площади Российской Федерации, образуется почти половина отходов от общего объема по стране в целом, более 95 % которых составляют вскрышные породы от добычи угля. Требует незамедлительного решения и проблема ликвидации отходов, накопленных в результате прошлой хозяйственной деятельности.

В то же время, многие виды отходов могут быть переработаны в новые виды сырья или продукции, что позволит снизить потребление природных ресурсов и сократить занимаемые под места размещения отходов территории. Не менее острой является проблема токсичных отходов, требующая поиска и внедрения эффективных технологийих обезвреживания. Переполненные и несоответствующие современным нормам природоохранного законодательства свалки твердых бытовых отходов также требуют разработки современных технических решений по их закрытию с обеспечением сбора и утилизации свалочного биогаза. Проблема обращения с отходами имеет и целый ряд других аспектов – социальных, нормативно-правовых, санитарно-гигиенических.

Решение проблемы переработки и утилизации отходов производства и потребления является комплексной задачей, требующей объединения усилий власти, науки, руководителей промышленных предприятий и общества.

Ставшая уже традиционной международная научно-практическая конференция «Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе» как раз и позволяет объединить эти усилия. В этом году в конференции принимают участие созданная при поддержке Администрации Кемеровской области Кузбасская Ассоциация переработчиков отходов, а также наши коллеги из США. С каждым годом конференция становится все более представительной, яркой и эффективной трибуной для обсуждения актуальных проблем в области обращения с отходами, представления новых научно-технических разработок, выработки конструктивных решений.

От лица Губернатора и Администрации Кемеровской области желаю участникам конференции успешной и плодотворной работы.

Заместитель Губернатора
Кемеровской области
по природным ресурсам и экологии В.А. Ковалев

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ, ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

УДК 628.4: 658(571/17)

ЗАДАЧИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ

Мочалов С.П., Волынкина Е.П.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

В настоящее время в экономике Кемеровской области доминирует совокупность сырьевых отраслей, которая в комплексе с производством энергии и строительством составляет 57,7% валового регионального продукта (ВРП). Концентрация в регионе сырьевых производств обуславливает ее высокую зависимость от нестабильного сырьевого рынка, что определяет актуальность и необходимость диверсификации экономики. Таким образом, создание и развитие в Кемеровской области отходоперерабатывающей отрасли является обоснованным и перспективным направлением диверсификации.

Кемеровская область занимает первое место в России по количеству образующихся отходов: 1,9 млрд. т в год при общем образовании в России 3,8 млрд. т (2008 г.). Основной объем отходов обусловлен деятельностью предприятий горнодобывающей промышленности, преимущественно угледобывающей, значительное количество отходов образуется на предприятиях черной и цветной металлургии, энергетики, химической промышленности и жилищно-коммунальном хозяйстве. Значительное количество отходов не перерабатывается и складируется в отвалах, свалках, шламо- и хвостохранилищах, оказывая негативное воздействие на окружающую среду. На территории области зарегистрировано около 3000 объектов размещения отходов. Накопления отходов превышают 20 млрд. т. Нагрузка складируемых отходов на единицу площади в Кемеровской области составляет 13 600 т/км^2, в Новокузнецке – 21 700 при среднероссийском показателе 146 т/км^2. Наиболее крупными техногенными образованиями Кузбасса являются объекты размещения отходов горно-металлургического комплекса: шламонакопитель Западно-Сибирского металлургического комбината (площадь более 300 га, количество накопленных отходов – более 90 млн. т), хвостохранилище Абагурской ОАФ (более 400 га, около

100 млн. т), хвостохранилище Мундыбашской ОФ (около 200 га, 49 млн. т), шлаковые отвалы НКМК и ЗСМК (более 50 га, более 80 млн. т), шламонакопитель Новокузнецкого алюминиевого завода (около 20 га, более 300 тыс. т), илонакопитель ГОС (28 га, более 300 тыс. т) и т. д.

Наиболее крупнотоннажными являются отходы угледобычи открытым способом – вскрышные породы, отходы углеобогащения, золошлаковые отходы от сжигания угля на ТЭЦ, ГРЭС и котельных, шлаки и шламы черной металлургии, строительные отходы, отходы огнеупоров. Все эти отходы представляют собой техногенные ресурсы, на основе которых могут быть произведены дополнительные материальные и энергетические ресурсы для региона. Кроме этого, на территории области образуется широкий спектр различных отходов производства и потребления, характеризующихся значительно меньшими объемами, но в большинстве случаев большей опасностью: отработанные нефтепродукты и нефтешламы, свинцовые и никель-кадмиевые аккумуляторы, ртутьсодержащие лампы и приборы, совтоловые и соволовые масла конденсаторов и трансформаторов, медицинские отходы и др. Производители этих отходов должны оплачивать услуги по их обезвреживанию и утилизации, обеспечивая работу и стабильный доход для сети специализированных малых и средних предприятий. И, наконец, твердые бытовые отходы, содержащие сотни наименований различных компонентов, являющихся ценным вторичным сырьем или топливом: отходы бумаги, десятки видов пластмасс, резины, древесные и растительные отходы, стеклобой, отработанные автомобильные покрышки, текстиль, электроника, пищевые отходы, а также отходы животноводства и птицеводства и др. Восстановление земель, нарушенных в процессе добычи угля и других полезных ископаемых, а также санация и обезвреживание загрязненных земель, общая площадь которых на территории региона составляет более 40 тыс. га, также представляет собой сферу деятельности малых и средних предприятий, работающих в сфере управления отходами. В эту сферу входит также рекультивация свалок бытовых отходов с извлечением выделяющегося биогаза, содержащего свыше 50% метана, что обеспечит регион дополнительными ресурсами газообразного топлива. Известно, что свалку или полигон бытовых отходов, на котором размещено 5-7 млн. т ТБО, можно рассматривать как техногенное месторождение с запасами 250-400 млн. $м^3$ природного газа. Отрасль будет производить новые виды сырья и топлива, включая приближенный к составу природного синтетический газ, органические удобрения и компост для сельского и городского хозяйства и рекультивации нарушенных земель, строительные, тепло- и шумоизоляционные материалы, синтетические флюсы, товары народного потребления. Отрасль будет обслуживаться транспортными предприятиями и предприятиями, производящими специализированное оборудование и комплектующие. По предварительным расчетам, по аналогии с существующим мировым опытом, развитие отходоперерабатывающей отрасли в Кузбассе может привести к созданию не ме-

нее 2 тыс. специализированных малых и средних предприятий, обеспечив рабочими местами не менее 500 тыс. чел. при обороте не менее 500 млрд. руб. в год.

Учитывая специфику региона и ситуацию, сложившуюся с образованием отходов в Кемеровской области, при формировании отрасли по переработке отходов и разработке программы по переработке и обезвреживанию отходов первоочередными направлениями являются:

1. Утилизация и обезвреживание токсичных отходов, прежде всего, ртутьсодержащих ламп, совтоловых и соволовых масел промышленных конденсаторов и трансформаторов, медицинских отходов, нефтешламов от автомоек и АЗС, смолистых отходов коксохимического производства, заскладированных на территории г. Новокузнецка.
2. Переработка отходов обогащения углей и железных руд.
3. Переработка Fe-содержащих пылей и шламов черной металлургии.
4. Переработка фторуглеродистых отходов Новокузнецкого алюминиевого завода.
5. Переработка отходов огнеупоров.
6. Переработка золошлаковых отходов.
7. Переработка строительных отходов.
8. Создание производств продукции на основе отходов бумаги, пластмасс, стеклобоя, резины.
9. Переработка отходов животноводства и птицеводства.
10. Производства метаносодержащего биогаза на свалках и полигонах ТБО.
11. Рекультивация и восстановление отвалов с использованием отходов от очистки сточных вод.

Отходоперерабатывающая отрасль относится к числу наиболее динамично развивающихся отраслей в мире, очень бурными темпами она развивается в центральной части России, в 2005 г. в Москве она вошла в пятерку наиболее высокооплачиваемых отраслей. В отходоперерабатывающей отрасли западных стран занят преимущественно малый и средний бизнес. Отрасль в ближайшей перспективе может обеспечить решение экономических, социальных и, что особенно важно, экологических проблем региона силами создаваемых и поддерживаемых на региональном и местном уровнях предприятий малого и среднего бизнеса.

В Кемеровской области в настоящее время работает несколько отходоперерабатывающих предприятий, которые осуществляют первичную сортировку частично разделенных бытовых отходов, переработку отходов пластмасс, древесины, отработанных автомобильных покрышек, сбор отработанных масел, обезвреживание ртутьсодержащих ламп, медицинских отходов.

При формировании комплекса задач по созданию отходоперерабатывающей отрасли в Кемеровской области методологически они могут быть

выделены в пять групп: задачи науки, задачи образования, задачи органов законодательной власти, задачи органов исполнительной власти, задачи бизнес-партнеров и инвесторов.

Задачи науки

– концентрация научно-исследовательской деятельности на направлениях разработки инновационных технологий в области переработки, обезвреживания и захоронения отходов с учетом специфики региона;

– использование мировых достижений и их адаптация к местным условиям;

– создание информационной базы данных о новых технологиях в области переработки отходов;

– создание механизма информирования бизнеса о созданных научных разработках;

– доведение научных разработок до опытно-промышленной стадии с использованием пилотных установок.

Задачи образования

– подготовка профессиональных кадров в области переработки, обезвреживания и захоронения отходов, ориентированных на практическое выполнение региональных задач;

– широкое вовлечение студентов в научно-исследовательскую деятельность в области переработки, обезвреживания и захоронения отходов;

– формирование навыков предпринимательской деятельности в области обращения с отходами у студентов.

Задачи органов законодательной власти

– запрещение захоронения утилизируемых видов отходов;

– введение платы за негативное воздействие на окружающую среду от накопленных отходов;

– запрещение объектов размещения отходов, не обеспечивающих защиту окружающей среды от загрязнения;

– введение муниципального административного контроля в сфере обращения с отходами;

– предоставление льгот по региональным и местным налогам (земельный налог) для отходоперерабатывающих предприятий под гарантии переработки отходов.

Задачи органов исполнительной власти

– принятие региональных и местных программ развития отходоперерабатывающих предприятий;

– создание регионального Фонда для аккумуляции государственных и спонсорских средств, направляемых на проведение НИОКР, создания пилотных установок, поддержку отходоперерабатывающих предприятий под бизнес-планы и гарантии переработки отходов;

– содействие конструктивному взаимодействию крупных производителей отходов – промышленных предприятий – с местными отходоперерабатывающими предприятиями путем подписания трехсторонних долгосрочных соглашений с участием Администрации области;

– расширение государственного и муниципального заказа на продукцию на основе отходов, обеспечивающего ее приоритетное использование по сравнению с продукцией, произведенной из природного сырья;

– противодействие незаконной деятельности в сфере обращения с отходами на территории области;

– оказание приоритетной поддержки малым отходоперерабатывающим предприятиям со стороны фондов поддержки малого предпринимательства;

– содействие формированию положительного имиджа отходоперерабатывающих предприятий и продукции на основе отходов путем социальной рекламы;

– содействие деятельности профессиональных объединений отходоперерабатывающих предприятий (ассоциаций).

Задачи бизнес-партнеров и инвесторов

– участие в разработке программы по переработке и обезвреживанию промышленных отходов в Кемеровской области;

– финансирование научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок по утилизации отходов;

– участие в создании пилотных установок для отработки до промышленной стадии разработанных и разрабатываемых технологий по утилизации отходов;

– участие в финансировании строительства объектов отходоперерабатывающей промышленности.

С учетом изложенных задач и имеющихся в СибГИУ разработок программа создания отходоперерабатывающей отрасли в Кемеровской области должна включать следующие разделы.

1. Разработка стратегической концепции создания отходоперерабатывающей отрасли и ее утверждение на региональном уровне.

2. Создание регионального научно-исследовательского института техногенных ресурсов на базе СибГИУ и институтов СО РАН.

3. Инвентаризация источников образования и объектов размещения отходов на территории Кемеровской области.

4. Анализ технологической ценности и степени экологической опасности каждого вида отходов и направлений их переработки или обезвреживания.

5. Создание банка данных отходов, объектов размещения, технологий переработки и обезвреживания.

6. Анализ степени готовности технологий к промышленному внедрению.

7. Создание пилотных установок для отработки до промышленной стадии разработанных и разрабатываемых технологий.

8. Создание и развитие малых инновационных предприятий по переработке и обезвреживанию отходов. Создание условий для их развития.

9. Создание регионального Фонда для аккумуляции государственных и спонсорских (от крупных компаний-производителей отходов) средств, направляемых на проведение НИОКР, создание пилотных установок, поддержку отходоперерабатывающих предприятий (под бизнес-планы и гарантии переработки отходов), дотации для приема от населения токсичных отходов (ртутьсодержащие лампы, батарейки, отработанные масла и др.).

10.Организация раздельного сбора бытовых отходов на предприятиях и в ЖКХ на два компонента: сухие утилизируемые для последующего направления на специализированные сортировочные предприятия и неутилизируемые для захоронения на полигонах.

11.Организация приемных пунктов для сбора от населения токсичных отходов и утилизируемых компонентов ТБО.

12.Введение решением областного и местных советов народных депутатов налоговых льгот для отходоперерабатывающих предприятий под гарантии переработки отходов.

13.Подготовка профессиональных кадров в области переработки, обезвреживания и захоронения отходов, ориентированных на практическое выполнение региональных задач на базе СибГИУ.

14.Организация и проведение специализированных научно-практических конференций и выставок-ярмарок.

15.Разработка регионального закона, запрещающего захоронение на территории области отходов, для которых разработаны технологии переработки.

16.Организация муниципального административного контроля в сфере обращения с отходами, создание местной экологической милиции.

17.Разработка и принятие региональной и местных программ развития отходоперерабатывающих предприятий сроком на 3-5 лет.

18.Подписание трехсторонних соглашений между Администрацией области, крупными производителями отходов и отходоперерабатывающими предприятиями об организации переработки отходов, особенно накопленных.

19.Принятие обязательной доли в государственном и муниципальном заказе на продукцию на основе отходов местных отходоперерабатывающих предприятий.

20.Создание социальной рекламы в СМИ, пропагандирующей правила обращения с отходами, освещающей деятельность работающих и создаваемых отходоперерабатывающих предприятий, рассказывающей о новых видах продукции на основе отходов.

Сибирский государственный индустриальный университет обладает необходимым научным и кадровым потенциалом для разработки стратегической концепции создания отрасли по переработке отходов в Кемеровской области и готов принять участие в разработке программы развития отходоперерабатывающих предприятий с учетом выполнения приоритетных для региона задач.

УДК 378:658.567.1

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАФЕДРЫ ТЕХНОГЕННЫХ И ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ СИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА

Волынкина Е.П.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Кафедра техногенных и вторичных ресурсов открыта в ГОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет» в 2010г. Кафедра осуществляет образовательную, научно-внедренческую, международную и общественную деятельность, целью которой является обеспечение отходоперерабатывающей отрасли квалифицированными профессиональными кадрами, современными научно-практическими разработками и пропаганда грамотного управления отходами.

Образовательная деятельность

В настоящее время кафедра осуществляет подготовку и выпуск инженеров по специальности 150109 «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов», специализация «Комплексная переработка комплексного и техногенного сырья». Эта специальность была открыта в Сибирском государственном индустриальном университете впервые в России в экспериментальном порядке на основании приказа Министерства образования РФ № 4492 от 19 декабря 2002г. в 2003г., первоначально на кафедре теплофизики и промышленной экологии. В 2008г. после первого выпуска инженеров специальность прошла государственную аккредитацию. В 2009г. обучение по этой специальности было начато на новой кафедре, которая первоначально имела название «Кафедра экстракции и рециклинга черных металлов», а в 2010г. получила новое название – «Кафедра техногенных и вторичных ресурсов». Инженеры по специальности «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов» призваны решать проблемы утилизации отходов производства и потребления промышленными методами, в том числе металлургическими. В 2010-2011гг. планируется организация подготовки бакалавров по направлению 022000 «Экология и природопользование», а в дальнейшем

– открытие магистратуры по данному направлению и по направлению 280205 «Утилизация и переработка отходов производства и потребления».

На кафедре впервые в университете организовано обучение по таким дисциплинам как «Техногенное сырье и вторичные ресурсы», «Конструкции и оборудование цехов для переработки техногенного сырья», «Технологии переработки твердых бытовых отходов», «Природоохранная деятельность предприятия», «Основы проектирования полигонов», «Рециклинг материалов», «Очистка сточных вод и утилизация осадков», «Очистка и обезвреживание дымовых газов», «Энергосбережение в современных металлургических агрегатах» и др.

Для обеспечения качественной профессиональной подготовки специалистов по данному направлению на кафедре подготовлены и изданы учебные пособия «Экологические проблемы горно-металлургического региона: Кузбасс», «Природоохранная деятельность предприятия», «Газоочистные устройства сталеплавильных агрегатов и утилизация промышленных отходов», «Металлургические технологии переработки промышленных и бытовых отходов», методические указания «Проектирование полигонов твердых бытовых отходов», «Проектирование полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов», созданы учебно-научные лаборатории «Техногенных и вторичных ресурсов» и «Рециклинг материалов», поставлен комплекс лабораторных методов оценки отходов как техногенного сырья, оборудован компьютерный класс. Обучение ведется с использованием методов интерактивного обучения, курсовые и дипломные проекты выполняются с использованием современного графического программного обеспечения и оформляются в виде мультимедийных презентаций.

Обучение ведется квалифицированными преподавателями и специалистами городских экологических служб. Процесс обучения построен таким образом, чтобы полученные знания и практические навыки обеспечили как можно более широкие возможности для последующего трудоустройства на предприятиях любого профиля в качестве инженеров-экологов; на специализированных предприятиях, осуществляющих сбор, транспортировку, переработку, обезвреживание и захоронение отходов; в консалтинговых экологических компаниях; в природоохранных контролирующих организациях; в лабораториях экологического мониторинга; в проектных и научно-исследовательских организациях. Кроме этого даются все необходимые знания, необходимые для будущего предпринимателя в сфере переработки отходов, что открывает возможности для открытия своего дела еще в стенах вуза.

Программа обучения предусматривает прохождение практики на специализированных предприятиях по переработке, обезвреживанию и захоронению отходов («Экологический региональный центр», «Эколэнд», «Экошина», «Экомаш», Сибирская консалтинговая компания, Сибирская горно-металлургическая компания и др.), в государственных и муниципальных

природоохранных организациях (городские комитеты охраны окружающей среды, Управления Росприроднадзора, Ростехнадзора, Роспотребнадзора), в специализированных аналитических лабораториях (Западно-Сибирский испытательный центр, Новокузнецкая государственная метеообсерватория), в экологических службах крупных промышленных предприятий (ОАО «ЗСМК», ОАО «РУСАЛ Новокузнецк», ОАО «Кузнецкие ферросплавы», ООО «Недра Сибири», ОАО «Северсталь»), в проектных и консалтинговых экологических компаниях.

Дипломные проекты студентов всегда направлены на решение актуальных практических проблем действующих предприятий Кузбасса, как образующих, так и утилизирующих отходы. Нередко темы дипломных работ согласуются непосредственно с предприятиями и наши выпускники после защиты дипломов трудоустраиваются на эти предприятия в качестве специалистов экологических и технических служб. Государственная аттестационная комиссия, аттестующая дипломные работы выпускников, представлена ведущими учеными в области металлургии техногенных и вторичных ресурсов России (д.т.н., профессор, зав. кафедрой Московского института стали и сплавов Ю.С. Юсфин), высококвалифицированными специалистами экологических служб промышленных (начальник службы охраны окружающей среды ОАО «Кузнецкие ферросплавы» И.Б. Полковникова) и отходоперерабатывающих (зам. директора по производству ООО «Экологический региональный центр» В.П. Остапец) предприятий. Возглавляет ГАК руководитель Росприроднадзора по Кемеровской области И.А. Климовская. Лучшие выпускники вместе с дипломами получают рекомендательные письма от членов ГАК, помогающие им найти работу по специальности.

Благодаря высокому качеству обучения, приобретенным в университете практическим знаниям, тесному сотрудничеству кафедры с Кузбасской ассоциацией переработчиков отходов, экологическими службами промышленных предприятий, федеральными и муниципальными природоохранными организациями выпускники кафедры имеют широкие возможности для трудоустройства по специальности.

Научно-внедренческая деятельность

Научно-внедренческая деятельность является одним из приоритетов кафедры техногенных и вторичных ресурсов. На базе кафедры создана металлургическая секция Кемеровского регионального отделения Российской экологической академии.

На кафедре развивается научное направление по разработке и внедрению технологий переработки и обезвреживания промышленных и бытовых отходов в металлургических агрегатах. В 2007г. в Московском институте стали и сплавов защищена докторская диссертация по специальности 05.16.07 «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов» на тему «Развитие концепции управления отходами и разработка методологии ее реализации на металлургическом предприятии». В

диссертационной работе решен комплекс теоретических, прикладных и экспериментальных задач по развитию теории управления отходами и разработке методов ее реализации на металлургическом предприятии, включая методы оптимизации доменного и конвертерного процессов в направлении снижения потребления природных ресурсов и образования отходов, технологии переработки отходов металлургического производства и смежных отраслей, способы обезвреживания и безопасного захоронения отходов.

Сотрудниками кафедры разработаны и внедрены в производство:

- технологии выплавки чугуна и стали с использованием энергетических углей;
- экологически чистые типы топлив для угольных котельных;
- технология переработки измельченных отработанных автомобильных покрышек в смеси с углем на угольных котельных, оборудованных топками прямого хода;
- технология переработки отработанных автомобильных покрышек в кислородных конвертерах;
- технология переработки в кислородных конвертерах горючих компонентов твердых бытовых отходов;
- технология высокотемпературного обезвреживания в кислородных конвертерах отходов лечебно-профилактических учреждений;
- технология производства синтетических легкоплавких флюсов для черной металлургии на основе фторуглеродистых отходов алюминиевого производства;
- технология рекультивации промышленных отвалов с использованием отходов от очистки сточных вод;
- технология производства металлургических брикетов на основе железо- и углеродсодержащих отходов.

На кафедре ведется активная научно-исследовательская деятельность аспирантов и соискателей по следующим направлениям:

- разработка технологии получения безобжиговых теплоизоляционных и огнеупорных изделий на основе отходов металлургии и теплоэнергетики;
- исследование процессов твердо- и газофазного восстановления в составе железосодержащих брикетов;
- разработка технологии получения самовосстанавливающихся брикетов на основе железосодержащих и органических отходов;
- исследование поведения в условиях доменной печи фтора и натрия в составе синтетических легкоплавких флюсов на основе фторуглеродистых отходов алюминиевого производства;
- исследование и разработка технологии получения и использования альтернативного источника энергии для металлургии на основе органических отходов.

На старших курсах студенты активно занимаются научно-исследовательской работой в следующих направлениях:

- разработка технологии высокотемпературного обезвреживания отходов лечебно-профилактических учреждений г. Новокузнецка в условиях ОАО «ЗСМК»;
- разработка технологии производства брикетов из железосодержащих мелкодисперсных отходов;
- исследование возможности прямого получения железа из тонкодисперсных железосодержащих отходов твердофазным восстановлением;
- разработка технологии извлечения и обезвреживания биогаза свалки твердых бытовых отходов г. Новокузнецка;
- разработка системы управления отходами СибГИУ;
- разработка технологии разделения и утилизации твердых бытовых отходов в высокотемпературных металлургических агрегатах;
- исследования загрязнения почв и снежного покрова территории г. Новокузнецка и разработка экологических карт;
- разработка технологии производства биогаза из отходов животноводства
- создание отходоперерабатывающей отрасли как способ диверсификации экономики Кузбасса.

Наиболее активные студенты ежегодно выезжают на Всероссийский студенческий экологический семинар в г. Екатеринбург, являются стипендиатами Экологического Фонда им. В.И. Вернадского, губернаторскими стипендиатами. Научно-исследовательские дипломные работы составляют 40% от общего количества выполняемых выпускниками кафедры квалификационных выпускных работ.

Сотрудниками кафедры получено 20 патентов на изобретения, опубликовано свыше 500 научных статей и докладов. Комплекс технологий переработки отходов в металлургии был признан победителем областного конкурса «Инновация и изобретение года». Технология переработки отработанных автомобильных покрышек в конвертерах ОАО «ЗСМК» являлась лауреатом национальной экологической премии 2004г. Проект «Создание производства новых видов синтетических легкоплавких флюсов для металлургии на основе фторуглеродистых отходов алюминиевой промышленности» стал победителем конкурса инновационных проектов в рамках государственной программы «Старт», реализуемой Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере Правительства РФ, в 2009г. получил золотую медаль ВВЦ. Суммарный экономический эффект от внедрения научных разработок в производство составил более 200 млн.руб.

В 2010г. на кафедре создан Научно-образовательный центр «Наукоемкие технологии переработки, обезвреживания и утилизации отходов и технологии переработки, обезвреживания утилизации отходов и техногенных образований» (НОЦ «Переработка отходов»), директор

старший преподаватель, аспирант А.Е. Аникин.

Сотрудниками кафедры созданы 2 малых инновационных предприятия, целью которых является практическое внедрение результатов интеллектуальной деятельности, в частности создание производства новых видов наукоемкой продукции на основе различного рода отходов. ООО «Экологический региональный центр» - резидент Кузбасского технопарка – создано в 2005г. в рамках государственной программы «Старт», реализуемой Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере Правительства РФ.
Профиль хозяйственной деятельности: разработка технологий и освоение производства новых видов синтетического сырья на основе техногенных и вторичных ресурсов, конкурентоспособного с традиционно применяемым природным сырьем благодаря сочетанию высоких потребительских свойств и низкой стоимости.

В рамках программы «Старт» реализуется проект «Создание производства синтетических флюсов на основе фторуглеродистых отходов алюминиевого производства». Синтетические флюсы специально разработаны как многофункциональное альтернативное сырье для целого ряда отраслей черной металлургии, цементной промышленности. Синтетические легкоплавкие флюсы превосходят по технологическим параметрам природный легкоплавкий флюс – плавиковый шпат, импортируемый из-за рубежа, и позволяют одновременно снизить потребление традиционных энергоносителей – кокс, уголь, мазут, а также шлакообразующих и десульфурирующих реагентов (известь, доломит и др.).

Проект позволяет одновременно решить две актуальные проблемы:

- обеспечить черную металлургию и цементную промышленность эффективным и дешевым альтернативным сырьем, заменяющим дефицитный импортируемый плавиковый шпат
- снизить загрязнение окружающей среды отходами алюминиевых заводов

Состав и способ получения синтетических флюсов запатентованы.

Создана опытно-промышленная установка производительностью до 96 000 т/год, получены опытные партии синтетических флюсов в количестве 10000 т, проведены промышленные испытания синтетических флюсов в доменном производстве ОАО «НКМК» и конвертерном производстве ОАО «ЗСМК».

ООО «Экологический региональный центр» имеет лицензию на деятельность по сбору, транспортировке, использованию и обезвреживанию свыше 50 видов отходов 1-4 классов опасности. В настоящее время предприятие принимает на утилизацию отходы от более 300 городских предприятий и организаций. На основе отходов производятся различные виды продукции: декоративная мульча, полимерные гранулы, макулатура 13 сортов и др.

ООО «Сиберц» создано в 2010 г. и начинает реализацию проекта «Создание производства вторичного топлива на основе органосодержащих отходов».

Назначение проекта – производство новых видов бытового и технологического топлива на основе органосодержащих отходов: пыли и шламы углеобогатительных фабрик, древесные и растительные отходы, углеродистые отходы черной и цветной металлургии, органические компоненты ТБО и др.

Цель проекта – вовлечение в переработку неутилизируемыхорганосодержащих отходов, снижение расхода природных энергоресурсов в быту и промышленности за счет использования вторичного топлива.

К производству и продаже планируются следующие виды продукции:

- вторичное бытовое топливо
- вторичное технологическое топливо.

Вторичное бытовое топливо представляет собой брикеты из смеси отходов углеобогащения, древесных и/или растительных отходов, характеризующиеся высокой теплотой сгорания (на уровне высококачественного угля) благодаря низким значениям влажности и зольности, высокой плотностью, что позволяет снизить расходы на хранение и транспортировку, и высокой экологичностью при горении благодаря минимальному содержанию вредных примесей. Область применения в быту: обогрев жилых помещений (котлы, печи, камины), бани и сауны, кафе, рестораны, веранды, пассажирские вагоны, мангалы, грили, шашлычницы и т.д. Брикеты также предназначены для сжигания в слоевых топках котельных установок, работающих на твердом топливе.

Вторичное технологическое топливо представляет собой комплексные органоминеральные брикеты или гранулы из смеси высокоуглеродистых отходов черной и цветной металлургии (отработанные электроды электропечей для производства стали, алюминия, пыли и шламы электропечей), отходов углеобогащения, органических компонентов ТБО (отходы пластмасс, бумаги). Брикеты предназначены для использования в черной металлургии в качестве альтернативного источника тепла взамен традиционных теплоносителей (кокс, уголь, мазут). Гранулы предназначены для использования в цементной промышленности в качестве комплексных минерализаторов-катализаторов, обеспечивающих снижение температуры расплава и кристаллизации жидкой фазы при спекании клинкерных материалов в цементных печах, улучшение качества цемента и снижение потребления традиционного топлива (мазут, газ).

Международная деятельность

Кафедра активно сотрудничает с зарубежными природоохранными и научно-исследовательскими организациями.В 2006 г. при поддержке Агентства охраны окружающей среды США (EPA) и международного партнерства «Метан на рынки» («MethanetoMarkets») выполнен проект

«Инвентаризация полигонов ТБО в России и оценка их метанового потенциала». Впервые в России создана база данных, включающая подробную информацию о 866 свалках и полигонах ТБО на территории России. Общее количество отходов, размещаемых на представленных в базе данных свалках, составляет 122,4 млн. $м^3$, или 24,6 млн.т в год. 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 свалочного метана. Выполнена предварительная оценка образования свалочного газаи метана по каждой свалке.

В рамках программ, осуществляемых международным партнерством «Метан на рынки» («MethanetoMarkets»), и при поддержке Агентства охраны окружающей среды США (EPA) изучена практика создания систем дегазации и утилизации свалочного газа на 3 полигонах в штате Вирджиния, США. Учебный тур по полигонам был организован компанией SCSEngineering, выполняющей 75% проектов по извлечению и утилизации свалочного газа в США и осуществляющей управление системами дегазации ряда полигонов. В ходе поездки также изучен опыт США по организации сортировки и переработки бытовых отходов, посещен Центр рециклинга графства Монтгомери. В настоящее время совместно с EPA и компанией SCS ведутся исследования и прорабатывается возможность организации извлечения и утилизации свалочного метана со свалок ТБО в гг. Новокузнецк и Кемерово, а также на новом полигоне «Эколэнд» в г. Новокузнецке.

С 2005г. организуются и проводятся международные научно-практические конференции «Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе» с участием ученых из Польши, Украины, США, на которых представляются разработки в области эколого-экономических, нормативно-правовых, санитарно-гигиенических, социальных аспектов обращения с отходами, технические разработки в области сбора, транспортировки, разделения, обезвреживания, переработки отходов. В работе конференции принимают участие ученые, специалисты промышленных предприятий, малого и среднего бизнеса, Ростехнадзора, Росприроднадзора, Администрации Кемеровской области и г. Новокузнецка.

В рамках конференции в 2010г. совместно с Агентством охраны окружающей среды США (EPA) организовано проведение треннинговогосеминара «Организация извлечения и утилизации метана со свалок ТБО» для персонала полигонов ТБО Кемеровской области и местных администраций.

Общественная деятельность

Сотрудники кафедры ведут активную общественную деятельность в области экологического просвещения и пропаганды грамотного управления

отходами,разработаны, изданы и распространяются популярные брошюры «Скажем мусорным свалкам нет», «Инструкция по управлению отходами на предприятиях и в организациях», буклеты «10 правил обращения с бытовыми отходами», календари, плакаты, листовки.

Студенты-экологи всех курсов – с первого по пятый – объединены в студенческий экологический отряд «ЭКОС». «ЭКОС» - это общественное объединение будущих экологов с целью осуществления уже в период студенчества просветительской и практической деятельности в сфере управления отходами и охраны окружающей среды. Девиз ЭКОСа – «Кто, если не мы».

Деятельность «Экоса» широко известна не только в г. Новокузнецке и Кемеровской области, но и в других регионах России. Студенты пропагандируют раздельный сбор бытовых отходов, организовали сбор макулатуры в университете, выпускают собственную газету «ЭКОТАЙМ», ставят экологические спектакли по собственным сценариям (наиболее известен спектакль «Экосити – город будущего»), которые демонстрируют в вузах, школах, на предприятиях города, проводят экологические акции в городе, экологические уроки в школах. Активисты экологического отряда «ЭКОС» принимают активное участие в ежегодном Российском студенческом экологическом семинаре в г. Екатеринбурге, где выступают с докладами на Всероссийской студенческой научно-практической конференции. За активную природоохранную деятельность Отряд «ЭКОС» и его участники были неоднократно отмечены почетными грамотами, благодарственными письмами и грантами Губернатора Кемеровской области на поддержку социально-значимых проектов. Наиболее активные студенты являются лауреатами премии Кузбасса, награждены медалями «65 лет Кемеровской области» и памятными подарками Губернатора, туристическими путевками.

Таким образом, деятельность сотрудников и студентов кафедры техногенных и вторичных ресурсов уже сегодня обеспечивает зарождающуюся отходоперерабатывающую отрасль профессиональными кадрами, современными научными разработками, международной и общественной поддержкой.

УДК 504.06:378.147

ПОДГОТОВКА КАДРОВ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Демчук С.В., Самигулина Л.А.

ЗАО «Сибирская консалтинговая компания»
Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

Усиливающееся негативное влияние химических и биологических факторов на население, производственную и социальную инфраструктуру, увеличение риска возникновения чрезвычайных ситуаций на потенциально опасных производственных объектах различной организационно-правовой формы и формы собственности представляют возрастающую угрозу жизнедеятельности человека, национальной безопасности, социально-экономическому развитию Российской Федерации. Качество окружающей среды становится ключевым фактором, влияющим на демографическую ситуацию, здоровье нации, конкурентоспособность страны и экономики.

В последние годы руководство нашего государства обращает всё большее внимание на экологические аспекты хозяйственной деятельности, в том числе на повышение квалификации руководителей организаций и специалистов в области охраны окружающей среды, поскольку одной из причин ухудшения экологической обстановки является отсутствие всеобщего экологически ориентированного мировоззрения, воспитания и культуры.

Основными задачами государственной политики в области обеспечения экологической безопасности является совершенствование системы подготовки, переподготовки и аттестации высококвалифицированных (в том числе руководящих) кадров в области комплексной защиты от опасных химических и биологических факторов на базе действующих образовательных учреждений по договорам с заинтересованными организациями и предприятиями.

Требования наличия у руководителей организаций и специалистов, ответственных за принятие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, которая оказывает или может оказать негативное воздействие на окружающую среду, подготовки в области охраны окружающей среды и экологической безопасности предусмотрено ст. 73 Федерального закона от 10 января 2002 г № 7-ФЗ. Положения этой статьи подкреплены Постановлением Правительства РФ от 26 июня 1995 г. № 610 «Об утверждении типового положения об образовательном учреждении дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) специалистов», Постановлением Правительства РФ от 17 июня 2004 г № 300 г. «Об утверждении Положения о Федеральной службе по надзору в сфере образования и науки», приказом Ростехнадзора от 29 января 2007 г. № 37 «О порядке подготовки и аттестации работников, поднадзорных Федеральной службе по

экологическому, технологическому и атомному надзору», приказом МПР РФ от 18 декабря 2002 г. № 868 «Обеспечение экологической безопасности при работах в области обращения с опасными отходами».

Необходимость профессионального экологического образования приобретает в последние годы все большую актуальность. В последние годы в нашей стране она стала приобретать фантастическую популярность. Согласно исследованию, проведенному самым авторитетным рекрутинговым порталом SuperJob, в 2009-2010 гг. профессия инженера-эколога вошла в список самых востребованных и интересных профессий на рынке труда России. В связи с усложняющимся и ужесточающимся экологическим законодательством каждое предприятие независимо от рода деятельности стремится иметь в своем штате эколога. В настоящее время в России начата кардинальная реформа экологического законодательства, которая будет происходить до 2012 г. В связи с этим меняется структура и ответственность государственных природоохранных структур, осуществляющих государственный контроль природоохранной деятельности предприятий, постоянно совершенствуется перечень и структура отчетной экологической документации.

Эколог на предприятии – ответственный и высококвалифицированный специалист, главной задачей которого является обеспечение соблюдения природоохранного законодательства на предприятии. Представители этой профессии участвуют в проведении экологической экспертизы проектов, технологий и оборудования предприятия, разрабатывают и согласовывают проектную и разрешительную документацию. Инженеры-экологи ответственны за составление мероприятий по охране окружающей среды, разработку мер по предотвращению загрязнения биосферы, а также осуществляют контроль их выполнения. Претенденты на должность эколога на предприятии должны иметь профильное высшее образование, демонстрировать знание экологического законодательства, нормативных и методических материалов по охране окружающей среды, системы экологических стандартов и нормативов, владеть специализированными компьютерными программами, иметь навыки проведения расчетов для охраны окружающей среды.

Таким образом, с одной стороны требования совершенствующегося российского экологического законодательства, с другой потребности развивающегося рынка труда в специалистах высокого уровня профессиональных знаний в области экологической безопасности, способствовали созданию учебного центра «Экологическая безопасность», который создан в 2010 г на базе факультета дополнительного профессионального образования СибГИУ.

Задачами Центра являются:

– переподготовка студентов с целью получения нового дополнительного профессионального образования в области экологии и природопользования;

– подготовка, организация аттестации и проверка знаний требований экологической безопасности руководителей и специалистов предприятий, подконтрольных Ростехнадзору, в области охраны окружающей среды и экологической безопасности;

– организация и проведение семинаров, совещаний, научно-технических конференций по вопросам экологической безопасности;

– развитие научно-педагогической деятельности СибГИУ в области экологической безопасности;

– консалтинговых услуг сторонним организациям в области обеспечения экологической безопасности;

В учебном Центре «Экологическая безопасность» Вы можете получить широкий спектр образовательных услуг в сфере экологии на контрактной основе.

Дополнительное образование является одной из форм послевузовского образования и адресовано тем, кто уже имеет первое базовое высшее образование, но нуждается в получении дополнительной квалификации высокого уровня в области экологии. Слушатели, обучающиеся по программам дополнительного профессионального образования, и прошедшие государственную итоговую аттестацию, получают дипломы о профессиональной переподготовке, которые удостоверяют право на ведение профессиональной деятельности в области экологии. Диплом профессиональной переподготовки свидетельствует о том, что его обладатель владеет дополнительной специальностью эколога, кроме полученной после техникума или ВУЗа. Свойство диплома о профессиональной переподготовке таково, что дополнительная специальность становится равноправной со специальностью по базовому образованию (определено законодательно) и дает право заниматься соответствующим видом деятельности. Программы профессиональной переподготовки ориентированы на лиц, имеющих высшее или среднее профессиональное образование и желающих получить новую специальность в сфере экологии.

Дополнительное (к высшему) профессиональное образование по программе «Эколог в области профессиональной деятельности (металлургия)» (1600 часов) рассчитано на подготовку управленческих кадров в сфере природопользования и природоохранной деятельности.

Срок обучения – 2 года. Форма обучения – очная, очно-заочная.

Квалификация, присваиваемая по завершении образования – Эколог в области профессиональной деятельности

Программа «Экология и рациональное природопользование» (520 часов) направлена на профессиональную переподготовку специалистов для осуществления нового вида профессиональной деятельности в сфере природопользования, экологической безопасности и охраны окружающей среды.

Категория слушателей: лица, имеющие высшее или среднее специальное образование. Уровень – дополнительное к высшему и среднетехническому образованию.

Срок обучения – 9 месяцев. Форма обучения – очная, очно-заочная.

По окончании обучения и выполнения и защиты аттестационной выпускной работы выдается диплом государственного образца.

Лицам, успешно завершившим обучение и прошедшим итоговую государственную аттестацию могут замещать все должности, предназначенные для специалистов экологов с высшим образованием.

Диплом удостоверяет, что его владелец:

– обладает всеми необходимыми знаниями, умениями и навыками (как основными, так и дополнительными), т.е. обладает необходимой квалификацией для того, чтобы осуществлять новый вид профессиональной деятельности (по сравнению с уже имеющейся у него специальностью), указанный в получаемом им дипломе, – в данном случае, заниматься деятельностью в сфере рационального природопользования, управления экологической безопасностью и охраны окружающей среды;

– имеет право вести эту профессиональную деятельность в любой форме, не запрещенной в РФ, – самостоятельно или по найму, на возмездной или безвозмездной основе, в любом российском учреждении (государственном, общественном или частном), где требуются специалисты по рациональному природопользованию и управлению экологической безопасностью, и должен приниматься на такую работу без всяких ограничений.

Курсы повышения квалификации в области экологической безопасности направлены на подготовку и аттестацию руководителей и специалистов предприятий по следующим программам:

– «Обеспечение экологической безопасности руководителями и специалистами общехозяйственных систем управления» (72 час.) для специалистов, квалификационные характеристики которых содержат требования в отношении знаний экологического законодательства и практического применения норм и стандартов в области обеспечения экологической безопасности.

– «Обеспечение экологической безопасности руководителями и специалистами экологических служб и систем экологического контроля» (90 час.) для специалистов, квалификационные характеристики которых содержат требования в отношении знаний экологического законодательства, принципов управления охраной окружающей среды и практических методов и процессов организации обеспечения экологической безопасности и экологического контроля.

– «Обеспечение экологической безопасности при работах в области обращения с опасными отходами» (120 час.) для специалистов, квалификационные характеристики которых содержат требования в отношении знаний норм и стандартов обеспечения экологической безопасности при работах по обращению с отходами производства и потребления.

Окончившие обучение получают свидетельство государственного образца о повышении квалификации

Учебный Центр «Экологическая безопасность» готовит кадры высшей квалификации в области экологии и природопользования, проводит курсы повышения квалификации, тренинговые семинары, оказывает консультационные услуги для экологов предприятий.

Повышение уровня экологического образования специалистов является одним из основных условий повышения экологической безаопасности хозяйствующих субъектов и обеспечения их деятельности в соответствии с законодательными актами и экологическими нормами, что в свою очередь способствует снижению антропогенной нагрузки на окружающую среду, уменьшению территорий с зонами чрезвычайных ситуаций, снижению ущерба от катастроф естественного происхождения, обусловленного ошибками в планировании и размещения объектов.

УДК 351.777.61:628.48

МУНИЦИПАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ

Вахрушева Е.В., Савина И.Н.

Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов Администрации города Новокузнецка г. Новокузнецк

Федеральным законом «Об общих принципах организации местного самоуправления» от 06.10.03 г. №131-ФЗ к вопросам местного значения, кроме организации мероприятий по охране окружающей среды, отнесена также и организация сбора, вывоза, утилизации и переработки бытовых и промышленных отходов.

Для выполнения этой важнейшей работы требуется решение технических, технологических, организационно-правовых, учебно-просветительских задач.

Декларирование безотходных технологий на деле оказывается лишь опасной иллюзией. Безотходных процессов и технологий не может быть в принципе, как и в живой природе, с той лишь разницей, что в природе отходы одного процесса являются сырьем для другого и, таким образом, в результате кругооборота веществ, природа функционирует в суммарном безотходном потоке.

Основой решения проблемы твердых бытовых отходов (ТБО) является их промышленная переработка, обеспечивающая комплексное решение вопросов обезвреживания, утилизации и ликвидации отходов, оптимальное решение экологических вопросов – как за счет создания малоотходного производства и уменьшения нагрузки на окружающую среду, так и за счет

существенной экономии природных ресурсов и энергии при создании вторичной продукции из отходов в смежных отраслях промышленности.

Задача органов местного самоуправления – сформировать целостную систему управления отходами, которая должна: опираться на федеральные законодательные и нормативные акты, учитывать региональную специфику экологических проблем, обоснованно применять экономические механизмы, использовать современные технологии управления.

Для реализации своих полномочий в сфере управления отходами Комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов администрации города Новокузнецка разработаны «Правила по обращению с отходами на территории города Новокузнецка», которые утверждены Постановлением городского Совета народных депутатов от 08.02.2006 года № 2/11.

Правила направлены на совершенствование управления и контроля в сфере обращения с отходами, в целях предотвращения вредного воздействия отходов производства и потребления на окружающую среду и здоровье населения города, максимальное вовлечение отходов в хозяйственных оборот, в качестве источников сырья.

Правила устанавливают порядок обращения с отходами (сбор, вывоз, утилизация, переработка), а так же порядок учёта и контроля движения отходов на территории города Новокузнецка.

Для предотвращения несанкционированного размещения отходов необходим жесткий муниципальный контроль. Специалисты Комитета охраны окружающей среды и природных ресурсов администрации города Новокузнецка проводят обследования территории районов города на предмет выявления несанкционированных свалок, т.е. проводят мероприятия по контролю за соблюдением «Правил по обращению с отходами на территории города Новокузнецка», утвержденных Постановлением Совета народных депутатов от 08.02.2006г. №2/11 и «Правил благоустройства и санитарного содержания территорий в г. Новокузнецке», утвержденных Постановлением городского Собрания г. Новокузнецка от 17.03.1998г. №5/15 на предмет выявления фактов несанкционированного размещения бытовых и промышленных отходов.

При выявлении фактов нарушений требований «Правил…» информация, имеющиеся фотоматериалы, жалобы и т.д. передаются в органы прокуратуры. По поступившим из прокуратуры требованиям на проведение проверки осуществляются мероприятия по муниципальному контролю. Акты проверок, предписания направляются в адрес прокуратуры, для принятия мер прокурорского реагирования (принятия решения о возбуждении административных дел в отношении нарушителя).

В июне – августе 2010 года Комитетом проводилась операция «Чистый гараж». Председателям гаражных кооперативов были вручены информационные письма с указанием существующих в «Правилах…» требований и предложенными сроками устранения имеющихся нарушений (ликвидировать несанкционированные свалки, заключить договора на вывоз

отходов). По истечению указанного срока проведены объезды территорий районов, материалы фактам установленных нарушений переданы в органы прокуратуры.

Исходя из реальной экономической ситуации целесообразно поэтапное решение проблемы твердых бытовых отходов. Первоочередной задачей на городском уровне является минимизация образующихся отходов, оптимизация их сбора и удаления при неизменной долгосрочной стратегии перехода от полигонного захоронения ТБО к их промышленной переработке на основе применения эффективных технологий.

В муниципальной системе управления отходами должны рассматриваться мероприятия: по первичному сокращению отходов у источника их образования; по повторному их использованию, т.е. вторичному сокращению; по утилизации или захоронению тех отходов, которые все же образовались, и не поддаются переработке.

Важным событием, в плане организации обращения с отходами на территории муниципального образования «город Новокузнецк», стала реализация уникального регионального инвестиционного проекта «Полигон ТБО, г. Новокузнецк, площадка «Маркино». В составе полигона ТБО введен в эксплуатацию мусороперерабатывающий завод. По технологии данного предприятия из мусора извлекается до 15% вторичных материалов для дальнейшего использования. Это картон, бумага, стекло, черные и цветные металлы, полимерные материалы.

Переработка отходов – это одна из самых быстроразвивающихся отраслей в мире. В Новокузнецке насчитывается около 25 предприятий, организовавших бизнес по переработке и утилизации отходов. В июне 2009 года на Экологическом фестивале «ЭкоФест», инициатором и организатором которого является Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов администрации города, основными мероприятиями стали: «круглый стол» на тему «Система обращения с отходами на территории года Новокузнецка. Проблемные зоны и перспективы развития», тренинг «Привлечение СМИ к освещению городских экологических мероприятий», а также стендовая презентация участников акции и выставка детского рисунка «Экология глазами детей». Участниками «круглого стола» было принято решение: с целью объединения и координации деятельности предприятий малого и среднего бизнеса в области переработки/утилизации отходов производства и потребления, для обеспечения их конструктивного сотрудничества с заинтересованными органами местного самоуправления, в компетенцию которых входят вопросы организации обращения с отходами на территории муниципалитета создать Кузбасскую ассоциацию переработчиков отходов, которая обеспечит методическую информационную, юридическую и прочую поддержку организациями, состоящим в ней. Сегодня «Кузбасская ассоциация переработчиков» - некоммерческая организация, уже имеющая статус региональной единицы. В целом члены ассоциации (10 организаций-

переработчиков отходов) в настоящее время обеспечивают работу с отходами более 110 наименований всех классов опасности.

Вместе с тем сокращение отходов достигается путем переориентации производителей и потребителей на продукты и упаковку, приводящие к меньшему количеству отходов. В настоящий момент более разумно говорить об ограничении бесконтрольного роста объёма отходов.

С 1 марта по 1 мая 2010 года Комитет охраны окружающей среды и природных ресурсов администрации города Новокузнецка в рамках областной акции «Скажи полиэтиленовому пакету – «НЕТ»!» проводил конкурс «Экосумка – мой выбор!». В социальной Интернет сети была создана группа «Пакету – нет!», в которой размещены сведения о конкурсе, обсуждения проблемы чрезмерного использования полиэтилена, конкурсные работы. Цель акции «Скажи полиэтиленовому пакету НЕТ!» - привлечение жителей к участию в решении проблемы загрязнения окружающей среды полиэтиленовой упаковкой. В продолжение конкурса «Экосумка – мой выбор!» организована акция «Детская экосумка» в помощь бездомным животным – агитационно-просветительская форма, позволяющая сконцентрировать внимание на целой серии проблем: от чрезмерного использования полиэтиленовых пакетов до бездомных собак. Подробную информацию о результатах проведения акции можно получить на сайте www.admnkz.ru.

С целью формирования активной жизненной позиции в решении социально-экономических проблем города, стимулирования творческой активности населения города, Комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов инициировано проведение городского конкурса социальной рекламы «Это мой город!». Всего на конкурс было представлено 83 работы школьников и студентов. Номинация «Чистый город»- экологическая тематика, раздельного сбора и утилизации отходов, борьба с загрязнением окружающей среды, формирование экологической культуры и правил поведения в общественных местах. Приз победителю - размещение работы в формате плакатной рекламы. Кроме того, Комитетом с участием специалистов - рекламщиков разработаны макеты экологической рекламы, в том числе освещена тема ответственности каждого жителя города за возникновение стихийных свалок мусора. Баннеры размещены в районах города. Информация о конкурсе, его ходе и итоги размещена на сайте администрации города www.admnkz.ru, Благокузнецк.ru.

Уменьшение количества отходов, направляемых на объекты их переработки и захоронения, решается при помощи операций сортировки ТБО и выделения ресурсов, пригодных для дальнейшего использования. Предварительная сортировка отходов является основным методом минимизации их количества, поступающих на объекты захоронения.

В июне 2010 года в рамках ежегодного экологического фестиваля «ЭкоФЕСТ», организованного Комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов администрации города Новокузнецка проведен круг-

лый стол на тему: «Раздельный сбор утилизируемой части отходов». Обсуждалась одна из важнейших экологических проблем – раздельный сбор утилизируемой части отходов в жилищном секторе и пути ее решения. Разделение отходов самим населением приводит к снижению их затрат на захоронении отходов на полигоне ТБО. Переработка утилизируемой части отходов предотвращает загрязнение окружающей среды и приводит к ее сохранению. В городе уже существует эксперимент по раздельному сбору отходов в жилищном фонде. Результат: уменьшается вес отходов поступающих на полигон, следовательно, уменьшается плата за утилизацию ТБО. Это является экономическим стимулом для жителей. Если отходы сдаются за деньги (например, макулатура), то полученные средства можно потратить на нужды дома. По результатам «круглого стола» было решено: провести эксперимент по раздельному сбору утилизируемой части отходов. Для организации вывоза отходов на утилизацию руководители Управляющих компаний (УК) и Товариществ собственников жилья (ТСЖ), где жители будут разделять мусор, обратятся в Кузбасскую Ассоциацию переработчиков отходов, заключат договора, а по истечению отведенного периода постараются просчитать экономическую выгоду проекта. С целью информирования горожан о проводимом эксперименте и существующей проблеме раздельного сбора мусора в прямом эфире на ТВ проведен круглый стол. На сегодняшний день для анализа отношения к проводимому эксперименту специалистами Комитета проводится анкетирование организаций, обслуживающих жилищный фонд с целью их дальнейшего вовлечения в формирование современной системе обращения с отходами.

С целью решения определенного круга городских экологических проблем Комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов организована Школа городского экологического актива - площадка для выработки совместных действий с молодежными объединениями Новокузнецка. В октябре 2010 года программой работы Школы предусмотрено обсуждение возможностей организации сортировки отходов «на дому» с точки зрения современных условий системы обращения с отходами в городе Новокузнецке. Для участников на рабочих площадках будут организованы: экспертная дискуссия «Инфраструктура селективного сбора отходов от населения», мастерская «Формула успеха» - опыт внедрения селективного сбора отходов в городе Новокузнецке, дебаты «Селективный сбор отходов: сильные и слабые стороны». Кроме того, в ходе Школы будут сформированы проектные предложения инициативной молодежи по решению проблем в указанном выше направлении.

В сентябре 2010 года Комитет направил заявку на участие в Международном Экологическом Конкурсе Программы «TERRA VIVA»-2010. Участие в Международном Экологическом Конкурсе «ЖИВАЯ ПЛАНЕТА» – это демонстрация опыта в области муниципального обращения с отходами, обзор инициатив, а также обучение методам применения эффективных управленческих технологий.

Говоря об управлении отходами нельзя не затронуть общественную акцию общероссийского масштаба по оздоровлению окружающей среды и формированию экологического сознания населения - Дни защиты от экологической опасности.

Одно из направлений акции: санитарная уборка города после зимнего периода, проведение субботников, высадка цветов, газонов, деревьев, благоустройство парков, скверов и так далее.

Кроме того, акция несет в себе еще одну очень важную миссию – экологическое образование и просвещение: через информационные листовки, статьи в городских газетах, журналах, телевизионные репортажи, личные беседы и участие специалистов-экологов в различных образовательных мероприятиях. Также сегодня очень активно задействуются интернет-ресурсы, позволяя обеспечить постоянный и свободный доступ к соответствующей информации.

Для реализации схемы управления городскими отходами необходимо вести полноценную учебно-просветительскую работу со всеми слоями населения и возрастными группами - от детского сада до трудовых коллективов. Экологическое образование и просвещение особенно важно потому, что неравнодушие и личная позиция горожанина в отношении экологических проблем – залог успеха в их решении.

Специалистами Комитета проводится учебно-просветительская работа на образовательных площадках молодежных инициатив и экологического проектирования таких, как Центр управления проектами (КемГУ), Региональный центр подготовки персоналом, круглые столы и конференции организованные СибГИУ. Участие в работе круглых столов организованных Новокузнецким филиалом Кузбасской торгово-промышленной палаты по темам: порядок организации сбора, вывоза, утилизации и переработки отходов на территории города Новокузнецка, а также оптимизация системы управления отходами на территории нашего города.

Ежегодное участие в работе Кузбасской ярмарки, а именно размещение стендов с информацией об организации работ, динамике изменений, а также о сути и качестве предпринимаемых мер в области управления отходами на территории города позволяет проводить исследования, выявлять проблемы и вырабатывать предложения которые необходимо учесть в дальнейшей разработке концепции по обращению с отходами на территории города Новокузнецка. Такая концепция могла бы выстроить правильные, паритетные между природопользователем – предприятием- объектом образования отходов и конечными пунктами их размещения и утилизации.

Администрацией города Новокузнецка для реализации мер поддержки и установления методов экономического стимулирования деятельности в области обращения с отходами в целях уменьшения их образования и большего вовлечения в хозяйственный оборот в Минприроды России направлены предложения по предоставлению преимущества при участии в размещении государственных и муниципальных заказов для организаций, произво-

дящих продукцию из отходов, так называемый «приоритет по зеленым закупкам».

Управление качеством и количеством образующихся твердых бытовых отходов на основе их разделения на несколько несмешивающихся потоков (раздельный сбор отходов нежилого и жилого сектора, опасных компонентов, вторичного сырья у населения) позволяет создать на территории города Новокузнецка систему обращения с отходами, отвечающую современным требованиям экологии, экономики и ресурсосбережения.

Реализация системы управления отходами обеспечивает разумное регулирование отношений между человеком и природой, постепенно приближая безопасное развитие производственной деятельности человека к сохранению баланса материальных и энергетических потоков между живыми организмами и окружающей средой. Для достижения таких задач важно и нужно управлять отходами в целом, бесспорно, что каждый компонент системы – как винтик в сложном механизме – требует настройки, постоянного мониторинга/обслуживания и настройки с учетом современных условий и требований.

УДК 658.567.1:34

ВОЗМОЖНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

Михайлов А.В.

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова г. Барнаул

Давайте посмотрим развитие нормативно-правовой актов в сфере обращения с отходами и статические данные за последние года об образовании и утилизации отходов в РФ. Анализ статистических данных поможет определить дальнейшие шаги по совершенствованию государственной политики в сфере обращения с отходами.

Государственный отчет о состоянии окружающей среды отмечает, что проблемы, связанные с образованием, обезвреживанием и переработкой отходов производства и потребления, актуальны для всех городов России.

Из года в год растут объемы образования отходов в целом по России. В 2007 г. на территории Российской Федерации образовалось 3,9 млрд. т отходов производства и потребления. Сравнительные графики изменения объемов образовавшихся отходов в целом по России и числа отчитывающихся предприятий приведены на рисунках 1 и 2.

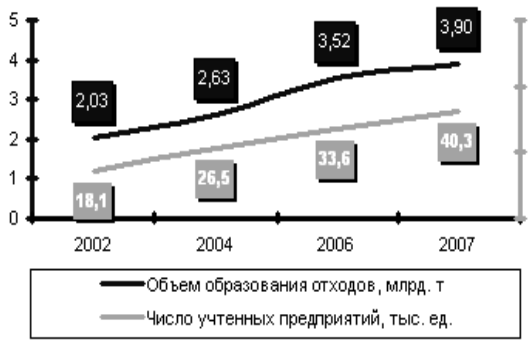


Рисунок 1 – Объем образования отходов производства и потребления в РФ

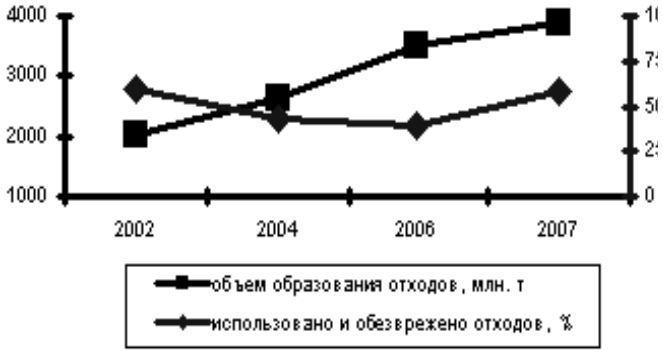


Рисунок 2 – Динамика образования и утилизации отходов производства и потребления в Российской Федерации в 2002-2007гг.

При росте числа отчитывающихся предприятий с 2002 г. по 2007 г. в 2,2 раза количество образовавшихся отходов за этот период выросло в 1,9 раза. В период 2002 – 2007 гг. наблюдалось некоторая стабилизация количества отходов I и III класса опасности, однако при этом наблюдался рост образования отходов IV и V классов опасности в 1,5 и 2 раза соответственно.

Доля отходов V класса опасности (практически неопасные) в общем количестве образовавшихся отходов в разные годы колебалась от 90 до 96%.

В результате роста образования отходов и низкой степени их вторичного использования и обезвреживания значительное количество накопленных отходов находится, как правило, на промышленных площадках предприятий, занимая огромные площади.

На конец 2007 г. на территориях, принадлежащих предприятиям, размещено 26,7 млрд. т отходов.

Почти половина всех образовавшихся в 2007 г. отходов – 1735,35 млн. т, или 44,5% – это отходы угледобычи в Кемеровской области (V класс – неопасные).

Среди других субъектов Российской Федерации, для которых данный показатель превышает или близок к 100 млн. т, можно выделить следующие:

– Оренбургская область – 273,4 млн. т (7,0% общероссийского объема),
– Республика Саха (Якутия) – 246,6 млн. т (6,3%),
– Красноярский край – 233,3 млн. т (6,0%),
– Мурманская область – 202,8 млн. т (5,2%),
– Свердловская область – 195,7 млн. т (5,0%),
– Белгородская область – 127,0 млн. т (3,3%),
– Республика Карелия – 106,38 млн. т (2,7%),
– Иркутская область – 97,64 млн. т (2,5%),
– Читинская область – 83,71 млн. т (2,1%).

Основным методом утилизации отходов остается захоронение отходов. При этом в подавляющем большинстве субъектов Российской Федерации полигоны ТБО не соответствуют требованиям СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству полигонов для твердых бытовых отходов». В 2008 г. на территории Российской Федерации эксплуатировалось 4678 полигонов ТБО, из них только 2418 эксплуатировались с санитарно-эпидемиологическим заключением - 51,7 %, лицензию имеют 945 полигонов - 20,2 %. При этом с коэффициентом заполнения более 90% эксплуатируется 503 полигона ТБО (10,8 % от имеющихся), 50-90 % - 974 (20,8 % от имеющихся).

Основными нарушениями на полигонах ТБО являются:

• отсутствие подъездных дорог с твердым покрытием, ограждений, дезинфицирующих ванн, спецтехники для утилизации отходов и достаточного освещения;

• складирование мусора без изоляционных слоев или с нерегулярными уплотнениями и промежуточной изоляцией складируемых отходов;

• отсутствие мониторинга за качеством подземных, поверхностных вод, почвы, атмосферного воздуха и воздуха рабочей зоны;

• отсутствие количественного и качественного учета принимаемых отходов;

• отсутствие условий для персонала.

Как следствие указанных нарушений у данных свалок отсутствуют лицензии, что заставляет предприятия вывозить отходы в соседние города.

В Российской Федерации в 2008 г. функционировало 5 мусоросжигательных, 9 мусороперерабатывающих заводов и 55 мусоросортировочных комплексов. Наибольшее число комплексов эксплуатируется в Республике Татарстан - 13, г. Санкт-Петербурге и Московской области - по 7, Ярославской и Нижегородской областях - по 3, Вологодской, Калининградской и Ростовской областях - по 2, Липецкой, Рязанской, Тамбовской, Тульской, Архангельской, Новгородской, Псковской, Ульяновской, Кемеровской областях, Республиках Дагестан, Северная Осетия-Алания, Марий Эл, Чувашской, Ставропольском, Алтайском и Хабаровском краях - по 1.

Актуальным вопросом остается сокращение объема накопленных отходов за счет вовлечения их в хозяйственный оборот, внедрения и совершенствования технологий по их переработке.

Во многих субъектах Российской Федерации организованы предприятия по переработке отходов (или же такие отходы собираются и вывозятся для утилизации в соседние регионы):

Однако перерабатывающие мощности по промышленным отходам на большинстве предприятий отсутствуют. Не действует механизм экономической заинтересованности в переработке отходов и замене первичного сырья вторичным, т. к. это требует привлечения дополнительных средств, поэтому в настоящее время основной объем отходов, используемых для

вторичной переработки, - это «коммерческие» отходы: лом цветных и чёрных металлов, древесина, полимерное сырье.

Если смотреть систему нормативно-правовых актов в целом, то мы увидим, что подавляющие число законодательных актов, подзаконных актов, приказов и т.п., принятых в сфере обращения с отходами производства и потребления, направлены только на создание жесткой налоговой политики в области природопользования. За последнее время чрезмерно усложнилась отчетность предприятий, что привело к путанице в полномочиях задействованных в этой области ведомств и комитетов. Большое количество информации многократно дублируется в многочисленных формах отчетности. Все вышеуказанное приводит к тому, что руководители предприятий и специалисты не заинтересованы в настоящей природосберегающей политике, и вся работа в этой области сводится только к оформлению отчетности и уплате налогов.

В РФ «Закон об отходах производства и потребления» был принят только в 2002г., тогда как в Швеции подобный закон был приняты уже в 1972 году, в США – в 1965г.

Кроме того, одной из краеугольных проблем реформирования экономических отношений в России, вообще, и в сфере охраны окружающей среды, в частности, является наличие административных барьеров в экономике. Административные барьеры в России присутствуют в самых разных сферах экономической деятельности, в различных формах и практически на всех стадиях производства и оборота. К ним относятся лицензирование, разрешения на регистрацию, согласование проектной документации, сертификация, идентификация, маркирование, инспекционная деятельность и многочисленные формы обязательной отчетности.

Уровень администрирования всегда должен быть адекватным уровню экономического развития. Например, по данным Всемирного Банка, в Нидерландах число разрешений и лицензий за последние годы было сокращено с 88 до 8. В Австрии лицензируется 28 видов деятельности, в Великобритании - 38, в Испании - 75. В России законодательно признаны лицензируемыми более 340 видов деятельности. Практика дробления каждого вида деятельности довела это число до 500. Тем не менее, государственный контроль на потребительском рынке неэффективен. Ежегодные налоговые потери от поддельной продукции, несмотря на принимаемые Правительством РФ меры, приближаются к одному миллиарду долларов США.

Следует учесть, что получение лицензии на право обращения с отходами сопровождается большими финансовыми расходами для собственников предприятий. Все это приводит к формализации выполнения одного из требований действующего законодательства и устойчивого мнения о том, что существующие законодательные акты направлены только на увеличение налогов с предпринимателей, а не на борьбу с загрязнением биосферы. Между тем лицензирование следовало бы начать с собственников санкционированных свалок и полигонов. Во-вторых, это противоречит самой

классификации отходов, в соответствии с которой существуют опасные и неопасные отходы.

Анализ деятельности в области обращения с отходами за последние 15 лет показывает, что существует определенное движение от простых лозунгов к действительной борьбе с образованием отходов и установлению определенной политики. Однако большинство программ по обращению с отходами характеризуются, в основном, как набор многочисленных мероприятий по размещению отходов и лишь незначительная их часть была посвящена переработке этих отходов. Мероприятия не подкреплялись необходимыми условиями для их реализации (своевременным, достаточным финансированием, технологическим оснащением, проектной документацией). Существующая структура служб и ведомств, ответственных за процессы, связанные с управлением отходами, остается несовершенной и разобщенной. Слабая нормативно-правовая база, отсутствие экономических методов управления, стимулов, не обеспечивают рационального управления отходами. Разработанные мероприятия недостаточно контролируются. Если в целом сопоставить опыт обращения и управления с отходами в РФ с зарубежным опытом, то оказывается, что российская практика соответствует европейской ситуации 70-х годов.

Сильными и слабыми сторонами современной законодательной базы обращения с отходами производства и потребления в России являются [1]:

Сильные стороны:

а) появилось много новых законов на федеральном и местном уровне, посвященным вопросам охраны окружающей среды и затрагивающих аспекты управления обращением отходами;

б) выделилось отдельное направление законов об обращении с твердыми отходами.

Слабые стороны:

а) законы не всегда соответствуют стандартам, принятым Европейским Союзом;

б) законодательная база нестабильна;

в) население и организации плохо информированы о наличии и содержании законов и инструкций;

г) в законах отсутствует конкретизация подходов к обращению с отходами разных видов на разных стадиях: сбора, транспортировки, переработки, захоронения;

д) законодательная база не отражает принцип комплексного подхода к обращению с отходами;

е) законы не всегда соответствуют современной ситуации;

ж) в законах содержатся «пробелы» и взаимное перекрывание обязанностей.

Существование требований Директив в странах-членах ЕЭС обеспечивается экономической политикой, основанной на применении экономических мер, способствующих стимулированию процессов утилизации от-

ходов производства и потребления. Предприятия, занимающиеся переработкой отходов, могут в качестве компенсации за обязательства, возлагаемые на них, получать дотации за оказанные услуги. Однако эти надбавки не превышают непокрытые, фактические ежегодные затраты предприятий с учетом прибыли. Для экономической поддержки процессов утилизации отходов производства и потребления выплачиваются субсидии для сбора и переработки; вводится налоговая и акцизная политика в поддержку таких предприятий; продукты, полученные из вторичных материальных ресурсов, полностью или частично освобождаются от налогов и т. д. Все перечисленные выше меры разрабатываются при активном участии правительств этих стран. В настоящее время насчитывается свыше 80 различных экономических инструментов.

Зарубежный опыт показывает, что попытки решать проблемы на микроуровне, обойтись малыми усилиями и затратами, эпизодическими мероприятиями оказываются несостоятельны и как с точки зрения результативности хозяйствования, так и с точки зрения сохранения природно-ресурсного потенциала.

Чтобы изменить существующую ситуацию, требуется принципиальный пересмотр подхода к организации системы переработки отходов: внедрение экономических стимулов, расширение числа предприятий, предоставляющих услуги по переработке отходов, установление экономически обоснованных тарифов, привлечение инвестиций для развития производства, разработки и внедрения новых технологий.

Несмотря на огромные природные запасы, наиболее перспективным методом утилизации отходов для России является создание мусоросортировочных заводов и, в последующем, переработка вторичного сырья.

Одним из сложных моментов организации раздельного сбора отходов у населения является отсутствие «явного источника» в многоквартирном доме – отходы просто сбрасываются в общий контейнер через общий мусоропровод. В Европейских странах используются цветные мешки со штрих-кодом, по которому можно определить владельца. В России быстрое внедрение такой системы представляется весьма сомнительным. Однако необходимо отметить, что повышение платы за вывоз бытовых отходов для населения не должно превышать 0,1% от всех расходов семьи. При этом стоимость вывоза сортированных отходов должна быть ниже стоимости по сравнению со стоимостью повального вывоза [2].

Если говорить о роли государства в области обращения с отходами производства и потребления, то должно быть разделение обязанностей властных структур различного уровня:

1. В задачи властных структур федерального уровня по развитию предпринимательства в сфере переработки твердых отходов должно входить:

• Законодательное закрепление экономических стимулов вхождения частных предприятий в сферу санитарной очистки территорий, в частности

переработки твердых отходов (определение возможностей предоставления налоговых льгот и получения льготных кредитов);

• Упорядочение процесса лицензирования деятельности по переработке отходов;

• Создание системы предоставления мусороперерабатывающего оборудования в лизинг.

• Ведение единого информационного Банка данных технологий переработки отходов и вариантов использования продуктов вторичной переработки, позволяющего предпринимателям получить сведения об имеющихся технологических решениях организации производства, капитальных и текущих затратах, уровне потенциальных доходов (причем в государственный кадастр отходов, состоящего как известно, из трех частей, необходимо добавить четвертую - базу данных по научным исследованиям);

2. На региональном уровне должно обеспечиваться:

• Конкретизация законодательной базы развития предпринимательства в сфере переработки отходов путем принятия подзаконных актов, определяющих механизм оформления налоговых льгот и льготных кредитов, получения лицензий и т.п.;

• Выделение в организационной структуре территориальных органов управления структурных подразделений, ответственных за работу с частными предпринимателями;

• Доведение информации о возможностях развития предпринимательства в сфере переработки отходов до всех заинтересованных лиц, налаживание связей между ними.

• Выдача лицензий на осуществление предпринимательской деятельности в сфере переработки отходов;

3. В область деятельности органов управления конкретного муниципального образования должно входить:

• Принятие решений об оформлении налоговых льгот для конкретных предпринимателей, занимающихся переработкой отходов;

• Реализация продуманной тарифной политики в сфере переработки отходов;

• Оказание помощи предпринимателям в получении льготных кредитов, в оформлении оборудования в лизинг;

• Содействие кадровому обеспечению вновь создаваемых предприятий по переработке отходов, решая одновременно проблемы занятости населения муниципального образования;

• Контроль за соблюдением вновь образованными предприятиями по переработке отходов установленных законодательных норм.

Развитие предпринимательства в сфере переработки отходов позволяет решить целый ряд проблем, связанных с ростом объемов производимых отходов, но в то же время нельзя не отметить и ряд возникающих трудностей.

Наиболее сильными сторонами развития предпринимательства в сфере переработки отходов являются:

• Ускорение процесса модернизации сферы переработки отходов за счет более мобильной разработки и внедрения новых технологий.

• Повышение прибыльности предприятий в сфере переработки отходов.

• Увеличение разнообразия изделий, производимых из вторичных материалов.

• Улучшение сырьевой базы территории вследствие использования вторичных материалов.

• Повышение занятости населения путем привлечения дополнительной рабочей силы на предприятия по переработке отходов.

• Улучшение экологии территории вследствие совершенствования системы санитарной очистки на стадии переработки отходов.

В то же самое время слабые стороны также присутствуют:

• Ослабление управляемости сферы переработки отходов.

• Отсутствие влияния органов территориального управления на направления использования прибыли предприятиями по переработке отходов.

Активизация предпринимательской деятельности в сфере переработки отходов имеет больше преимуществ, чем недостатков, поэтому это направление совершенствования процесса санитарной очистки территории является перспективным и должно быть поддержано представителями властных структур всех уровней.

В соответствии с выявленными в ходе анализа законодательной базы Европейского Союза характеристиками, позволяющими эффективно развивать сферу обращения с отходами, можно определить направления совершенствования российской законодательной базы в этой сфере:

1. Достижение единства законодательной базы между отдельными субъектами Российской Федерации, не допускающего значительного отклонения стандартов предоставления услуг по сбору, транспортировке, переработке и захоронению отходов, а также тарифов на их предоставление. Региональная законодательная база в сфере обращения с отходами должна соответствовать общегосударственной и отражать при этом территориальные особенности региона, в частности, степень антропогенной нагрузки на его природную среду.

2. Оптимизация количества законодательных актов в сфере обращения с отходами и взаимоувязка их содержания. Как было сказано выше, в последние годы в России на различных уровнях было принято довольно много законов и законодательных актов, отражающих отдельные аспекты обращения с отходами. В некоторых законах это лишь единичные статьи, другие полностью посвящены данному вопросу. Это приводит к тому, что многие участники процесса обращения с отходами не знают всей совокупности принятых законов, а иногда сознательно нарушают одни законы, ссылаясь на другие. В то же время некоторые важные вопросы, например,

об обращении с упаковкой и отслужившими свой срок транспортными средствами, о сжигании отходов до сих пор не нашли своего отражения в российском законодательстве.

3. Конкретизация содержания законодательных актов в сфере обращения с отходами, включение в них количественных целевых установок. Например, целесообразно установить уровень снижения загрязняющих веществ в выбросах мусоросжигательных заводов и отходящей жидкости полигонов по захоронению отходов, запрещение к определенному году функционирования ненадлежащим образом оборудованных полигонов и мусороперерабатывающих заводов и т.п.

4. Обеспечение стабильности законодательной базы. При разработке системы законов в области обращения с отходами необходимо сразу определить систему приоритетов и стратегические цели, чтобы не возникало потребности в постоянном пересмотре законодательства. Частые трансформации законодательной базы создают препятствия для привлечения инвестиций в эту сферу, для расширения производства и развития предпринимательства.

5. Законодательное закрепление приоритетности рециклинга и минимизации образования отходов. При формировании законодательства необходимо уделить внимание не только методам обращения с уже образовавшимися отходами, но и вопросам минимизации образования отходов и их рециклинга. Это позволит в рамках действующего законодательства проводить мероприятия по развитию сети пунктов приема вторичного сырья, по оптимизации потребления товаров, особенно с большим количеством упаковки. Причем, законы должны содержать не только продекларированные принципы обращения с отходами, но и экономические инструменты для их реализации, например, для стимулирования деятельности по минимизации отходов, по рециклингу. В противном случае все законы останутся только на бумаге.

6. Законодательное закрепление принципа «производитель отходов платит». Руководствуясь этим принципом, основные затраты на удаление и переработку отходов следует перенести на их производителей. Бюджет должен оплачивать лишь ту часть средств, которую нельзя собрать с малоимущего населения. В настоящее время в России с физических и юридических лиц взимается плата за сбор и вывоз бытовых отходов, а почти все расходы за их переработку оплачивает бюджет. Ситуация должна меняться таким образом, чтобы производители отходов оплачивали все расходы по сбору, транспортировке и утилизации отходов и, таким образом, были заинтересованы в уменьшении их количества [3].

Представляется чрезвычайно важным в ближайшее время разработать и законодательно закрепить методику оценки природоохранной деятельности предприятий и ее изменение с течением времени. Это позволит сравнивать предприятия друг с другом и с самим собой. Оценка природоохранной деятельности дает возможность применять санкции или льготы, стимулирующие эту деятельность.

Для создания системы комплексной переработки отходов на региональном уровне на первом этапе необходимо рассматривать отдельное предприятие как простейший «черный ящик с определенным оборудованием внутри» с входными и выходными данными (рисунок 3.).

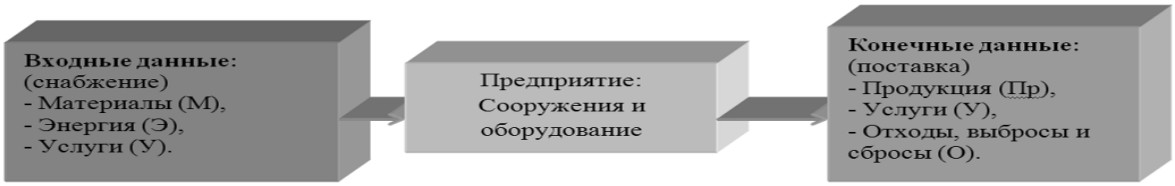


Рисунок 3 – Общая схема функционирования организации

Это на первый взгляд упрощенное представление предприятия дает очень важное представление о его функционировании в целом, откуда следует понимание предприятия как целостного объекта и его взаимосвязи с другими предприятиями и окружающей средой. А поскольку отходы производства и потребления есть неиспользованные части продукции, они обладают определенной потребительной стоимостью, а, следовательно, могут быть использованы в рыночных отношениях.

На рисунке 4 представлена схема, объединяющая основные классификации: по агрегатному состоянию, по классам опасности, происхождению и возможности использования. Данная мнемосхема необходима для формулирования и использования системы оценки воздействия предприятия на окружающую природную среду, опираясь на качественные и количественные свойства и характеристики отходов. Логическое движение происходит от центра схемы: любой отход в первую очередь характеризуется агрегатным состоянием и опасностью для окружающей природной среды.

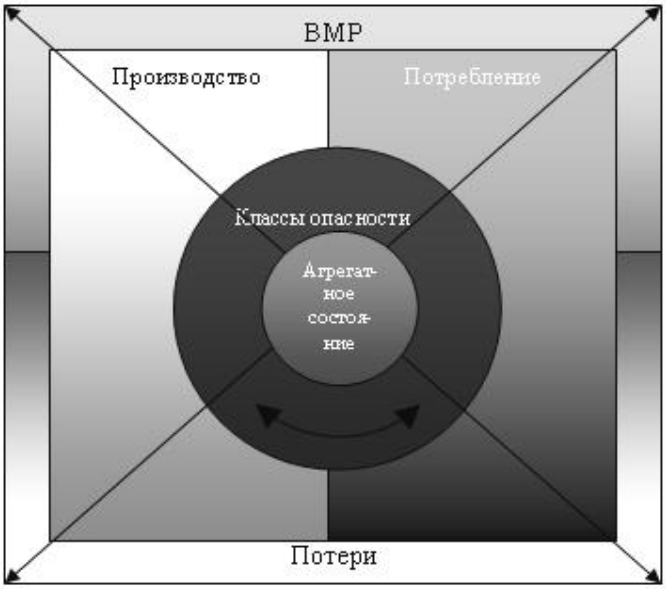


Рисунок 4 – Схематическое объединение основных классификаций отходов

Кроме того, отходы могут быть образованы в ходе производства или потребления, и при этом являться потерями (т.е. техногенными образованиями, не пригодными для дальнейшего использования) или вторичными материальными ресурсами.

Основываясь на экспертном методе, каждой позиции в рассматриваемых классификациях были присвоены баллы с учетом степени опасности конкретного свойства (рисунок 5).

Распределение баллов по показателю агрегатного состояния объясняется тем, что мелкодисперсные вещества способны оказывать более существенное влияние на ОПС, чем крупнодисперсные вещества.

Распределение баллов в классификации по происхождению основано на предположении, что отходы производства всегда более опасны для человека и окружающей среды, чем отходы потребления.

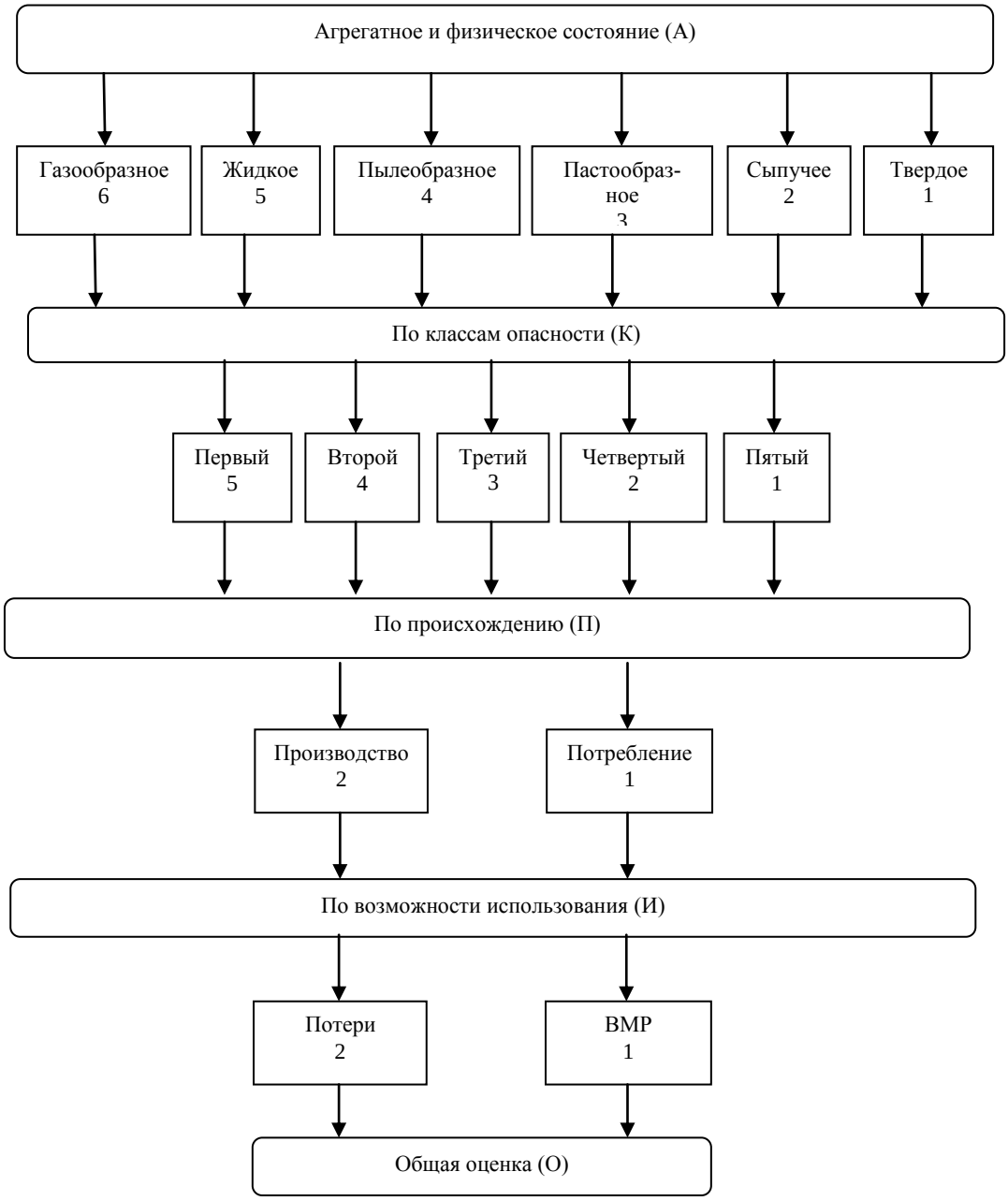


Рисунок 5 – Схема оценки опасности производства на основании классификации отходов

Общая опасность отхода описывается выражением:

$$О=А*К*П*И \text{ (балл)},$$

где А – показатель агрегатного и физического состояния;
К – показатель класса опасности;
П – показатель происхождения;
И – показатель возможности использования.

Так, отход с максимальной опасностью будет иметь значение:

$$О_{max}=6*5*2*2=120 \text{ баллов.}$$

Минимальное значение будет равно одному баллу :

$$О_{min}=1*1*1*1=1 \text{ балл.}$$

Кроме того, необходимо учесть массовую долю отходов определенной опасности в общей массе отходов, образующихся на предприятии:

$$M_d=m_o/M_{\sum},$$

где M_d – массовая доля отходов k-го класса опасности;
m_o – масса отходов k-го класса опасности;
$M_{\sum}$ - общая масса отходов.

Степень опасности производства, учитывая образование всех отходов, равна:

$$О_{пр}=\sum О_i*M_{di}$$

Кроме того, необходимо учитывать время воздействия отхода на окружающую природную среду. На сегодняшний день отсутствует методика, учитывающая этот показатель, а между тем, очевидно, что разное время хранения, захоронения, накопления отхода приводит к разному воздействию на окружающую природную среду. Время жизненного цикла отхода необходимо отсчитывать от момента появления отхода на рассматриваемой территории в ходе технологического процесса. Очевидно, что любое количество отхода оказывает определенное воздействие на окружающую среду, т.е. масса отхода M_i обладает удельным воздействием C_i. Тогда воздействие на окружающую природную среду V_i от массы отходов M_i и удельным воздействием C_i в определенный момент времени t описывается выражением:

$$V_i = \frac{dM_iC_i}{dt}$$

Суммарное воздействие на ОПС отходов различных видов будет равно:

$$V_o = \sum_{i=1}^{n} V_i$$

За удельное воздействие можно принять изменение состояния окружающей среды до и после техногенного воздействия (N_b и N_a соответственно):

$$C_i = \frac{N_b}{N_a}$$

Для упрощенных практических расчетов за M_i*C_i можно взять величину предотвращенного ущерба, которая приблизительно отражает воздействие отходов. Однако сама действующая методика определения предотвращенного ущерба вызывает сомнения.

Описанная выше методика позволит сравнить деятельность любого предприятия в разные периоды его работы (месяцы, кварталы, годы), а также сравнить предприятия между собой, что дает возможность по-новому взглянуть на вопросы платы за природопользование.

Дальнейшие научные исследования должны быть направлены на разработку экспертной системы (ЭС), позволяющей принимать природоохранные решения, основываясь на знаниях о видах воздействия техногенных объектов на окружающую природную среду, расположение промышленных и других предприятий на территории городов, расположение жилых комплексов, маршруты городского транспорта и т.д.

Ведение мониторинга социо-экологического состояния территории региона обуславливает саму структуру ЭС, представленной на рисунке 6.

Рисунок 6 – Структура системы поддержки принятия решений.

Экспертная система должна учитывать:

1. Расположение промышленных и других предприятий на территории города;

2. Расположение жилых комплексов;

3. Маршруты городского транспорта.

В составе системы содержатся:

1. Динамическая база данных по количеству и видам выбросов и отходов, физическому воздействию промпредприятий на окружающую среду;

2. База данных по существующим природосберегающим технологиям;

3. База данных по демографическому состоянию.

Экспертная система, построенная по предлагаемой модели, позволит:

1. Рассчитать суммарное воздействие всех предприятий и автотранспорта на определенный район города и на город в целом.

2. Спрогнозировать изменение состояния окружающей среды после внедрения конкретных технологий.

3. Прогнозировать экологическую обстановку после открытия предприятия в определенном месте.

4. В случае невозможности технического снижения негативного воздействия предприятия, установить необходимые размеры санитарно-защитной зоны.

5. Выдавать разрешение на перепрофилирование или увеличение мощности предприятия.

Создание такой экспертной системы является достаточно сложной задачей. На сегодняшний день нами разработана лишь часть системы, позволяющая проводить экологическое и экономическое сравнение технологий по переработке отходов и определять оптимальное расположение предприятий по переработке отходов.

Основной целью использования такой экспертной системы является учет всех видов воздействия и эколого-экономическое обоснование мероприятий по снижению негативного воздействия конкретных источников загрязнения и на заключительном этапе расчет и организация санитарно-защитной зоны отдельных предприятий. Поскольку установление СЗЗ является крайней мерой в организации экологической безопасности (при этом эта мера не является самой эффективной и экономически выгодной для территории города), размеры СЗЗ должны быть установлены только после всех возможных технических решений.

Библиографический список

1. Любарская, М.А. Формирование законодательной базы обращения с твердыми отходами как одно из направлений решения экономических и экологических проблем регионов России // Регион: Политика. Экономика. Социология.- 2004. - №1.
2. Коршенко, А. И. Организационно-экономические условия формирования системы управления отходами на муниципальном и межмуници-

пальном уровне: На примере Приморского края : Дис... канд. экон. наук: 08.00.05 .-М.: РГБ, 2005.
3. Любарская М. А. Организационно-экономический механизм формирования региональной стратегии обращения с твердыми отходами на основе логистических принципов: Дис… д-ра экон. наук: 08.00.05. -СПб.: РГБ, 2006.

УДК 300.399

ЭКОНОМИКО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПОДХОДА В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

ФАЛЬКОВА Г.Н., ТРАПЕЗНИКОВА И.С.

АНО «Кузбасский эколого-правовой центр»
г. Кемерово

Совершенствование системы управления отходами признается сегодня главной проблемой в области охраны окружающей среды. Основные шаги по решению этой проблемы были определены на Международной конференции по устойчивому развитию в Йоханнесбурге в сентябре 2002г [3]. Ключевые моменты конференции включают, в том числе: «предотвращение и минимизацию отходов и максимальное повторное использование, вторичную переработку ресурсов, а также применение альтернативных экологически безопасных материалов, предполагающее участие правительств и всех заинтересованных сторон, с целью минимизировать неблагоприятное воздействие на окружающую среду и повысить эффективность ресурсов».

Загрязнение природной среды отходами производства и потребления в последние годы становится все большей проблемой, остроту которой понимают уже не только специалисты-экологи. Отходы производства и потребления относятся к одному из основных факторов антропогенного воздействия на окружающую природную среду, обуславливающих ухудшение условий жизнеобитания человека. Опыт свидетельствует, что полностью используется только 20-40% добытого и переработанного сырья, тогда как большая часть, подайсберговая, превращается в отходы различной степени опасности. По мере использования материальных ресурсов они также переходят в категорию отходов. В итоге основная масса изъятых природных материалов трансформируется в отходы, которые зачастую представляют гораздо более высокую экологическую опасность, чем исходное сырье, и являются прямыми или косвенными источниками загрязнения всех компонентов окружающей среды.

Для сохранения качества окружающей природной среды и минимизации накопления отходов, наиболее оптимальным является путь совер-

шенствования технологий производства. При этом либо внедряется малоотходное производство, либо изменяется структура отходов и они становятся менее опасными, пригодными для дальнейшей переработки в продукцию хозяйственного назначения.

Концептуальные подходы направлены на предотвращение негативного воздействия промышленных и бытовых отходов на окружающую среду и здоровье человека на основе их сокращения и максимального вовлечения в хозяйственный оборот, в качестве источника вторичных материальных и энергетических ресурсов; сохранение и экономия первичных природных ресурсов; сокращение количества отходов, подлежащих захоронению и уничтожению, на основе создания нового вида экономической деятельности, объединяющего сбор, транспортирование, переработку и утилизацию отходов.

Указанная проблема прямо соотносится с решением следующих приоритетных задач социально-экономического развития Кемеровской области:

- эффективное противодействие угрозам ухудшения экологической ситуации, связанным с ростом отходов производства и потребления;
- модернизация промышленности на основе внедрения малоотходных и инновационных технологий;
- активизация инновационной деятельности в сфере внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий;
- сохранение и экономия природных ресурсов в условиях их истощения;
- эффективное использование сырьевых ресурсов, включая вторичные;
- создание условий для многократного использования вторичных материальных и энергетических ресурсов;
- улучшение экологической ситуации;
- создание новых рабочих мест.

Вовлечение отходов в хозяйственный оборот представляет собой многоплановую проблему, охватывающую все отрасли материального производства, сферу услуг, экспорт и импорт, ресурсопотребление, ресурсосбережение и охрану окружающей среды.

Экономико-организационный механизм реализации концептуального подхода заключается в использование экономических инструментов, которые имеют довольно широкую область применения в сфере управления отходами. Эти инструменты позволяют перенести финансовое бремя на производителей отходов, в идеале в такой степени, что эти затраты стимулируют уменьшение объема отходов. В другом случае – хозяйствующим субъектам предлагают финансовые стимулы, например, в форме льготных кредитов, налоговых льгот или грантов, если они осуществляют проекты по уменьшению объема образования и накопления отходов, оказывающих существенное влияние на санитарное состояние территории.

Экономические стимулы поощряют рациональных производителей отходов изменять поведение, балансируя уменьшением платы за обращение с отходами и увеличением затрат, направленных на внедрение малоотходных и ресурсосберегающих технологий. Инструмент может быть определен как «экономический», если он затрагивает оценку затрат и выгод от альтернативных действий участников процесса обращения с отходами, а также влияет на их поведение и принятие ими решений таким образом, что в результате выбираются альтернативы, формирующие более благоприятную экологическую ситуацию в городе.

Экономические инструменты, в отличие от регулирующих, оставляют участникам процесса обращения с отходами свободу выбора в использовании определенных стимулов с выгодой для себя. Они предусматривают использование денежно-кредитных стимулов для поощрения добровольных действий «производителей» отходов в целях улучшения качества окружающей среды.

К экономическим инструментам, которые могут быть применены к участникам системы обращения с отходами в Кемеровской области при реализации концепции, относятся:

1. Льготное налогообложение
2. Налоговое дифференцирование
3. Льготное кредитование
4. Получение грантов, которые представляют собой не подлежащие возмещению формы финансовой помощи. Средства для этих целей могут поступать из бюджетных источников, от зарубежных организаций и международных фондов и предоставляться:

- производителям отходов, которые ведут активную деятельность по минимизации образования отходов (например, участвуют в пилотных проектах), оказывая существенное влияние на санитарное состояние территории;

- предприятиям по сбору, транспортировке, переработке, сжиганию или захоронению отходов, которые производят масштабную модернизацию производства. Применение этого инструмента имеет широкие перспективы.

5. Взимание залоговой стоимости за отдельные виды товаров, в том числе за тару и упаковку. Залоговая стоимость взимается с потребителей при приобретении товара и возмещается при его возврате в предназначенные для этого пункты. Эта система предполагает закладывание дополнительного налога в цену изделий, потенциально загрязняющих окружающую среду. Возмещение залоговой стоимости – стимул для того, чтобы соответствующие товары после использования не попадали в поток отходов, а участвовали в рециклинге, то есть поступали в специальные пункты сбора и повторно использовались или подвергались переработке. Эффективность системы состоит в сохранении ресурсов и уменьшении проблемы твердых отходов. Даже если потребители выбрасывают товар, за который

они оплатили депозит, этот специфический тип отходов будет иметь рыночную ценность. Он может быть извлечен из потока отходов на стадии сбора другими людьми. В Российской Федерации эту функцию выполняют лица без определенного места жительства, для которых получение денег за сдачу стеклянных и пластиковых бутылок и алюминиевых банок является одним из источников существования.

6. Создание рынка вторичных материалов и продуктов их переработки. Этот инструмент – один из основных для повышения эффективности функционирования предприятий, занимающихся переработкой отходов или использующих в своем производственном процессе вторичное сырье. В результате взаимодействия поставщиков и потребителей вторичного сырья на рынке складываются определенные, экономически обоснованные цены. Стремление к получению дополнительных доходов заставляет поставщиков повышать качество сырья, производя более тщательную сортировку отходов, подлежащих переработке. Это приводит, во-первых, к повышению рентабельности работы сферы переработки отходов, а во-вторых, к улучшению потребительских характеристик конечной продукции.

7. Штрафные санкции в отношении нарушителей установленных норм по обращению с отходами.

В качестве концептуальных основ необходимо рассматривать следующие положения:

- создание системы учета образования и размещения отходов производства и потребления;
- создание производственных предприятий комплексной переработки отходов производства и потребления;
- рекультивация закрытых полигонов (свалок) отходов производства и потребления;
- научно-обоснованное сочетание защиты здоровья людей и окружающей среды от вредного влияния, оказываемого накоплением, транспортированием, переработкой, утилизацией и удалением отходов, и экономических интересов общества;
- проведение мер, направленных на снижение образования загрязнений, включая отходы, на основе внедрения наилучших существующих технологий;
- стимулирование использования вторичных материальных и энергетических ресурсов с целью экономии природных ресурсов;
- отходы производства и потребления должны максимально полно утилизироваться промышленными методами с учетом технических возможностей, экономической целесообразности и экологической безопасности на приемлемом уровне;
- направление утилизации и глубина переработки местных промышленных и твердых бытовых отходов должны определяться интересами

соответствующих территорий, в связи с чем, полученная продукция, преимущественно, должна использоваться на местах;

- в зависимости от объемов и экономической целесообразности первичная подготовка или глубокая переработка промышленных отходов с получением товарной продукции должна производиться на предприятии, где эти отходы образуются;

- вторичное сырье, извлекаемое из твердых бытовых отходов, должно полностью вовлекаться в хозяйственный оборот на основе современных технологических методов, с учетом применения новых финансово-экономических схем.

Данные об объемах образования, использования и обезвреживания отходов производства и потребления в Кемеровской области представлены в таблице 1.

Образование отходов в 2008 году превышает образование отходов 2007 года на 176 154,267 тыс. т (10,16 %). Основной объем образующихся отходов обусловлен деятельностью предприятий преимущественно угледобывающей промышленности - 1 847 837,824 тыс. т, что составляет 96,73 % от общего объема образовавшихся отходов.

Таблица 1 – Распределение образовавшихся отходов по классам опасности для окружающей среды

Класс опасности	2007		2008	
	Масса отходов, тыс. т	Доля по классам опасности, %	Масса отходов, тыс. т	Доля по классам опасности, %
I	15,849	0,001	16,872	0,001
II	13,434	0,001	18,218	0,001
III	130,681	0,007	229,960	0,012
IV	7 652,819	0,442	7 781,434	0,407
V	1 726 242,350	99,549	1 902 162,916	99,579
Всего:	*1 734 055,133*	*100,00*	*1 910 209,400*	*100,00*

Среди отраслей промышленности наибольшие объемы образования отходов отмечены в горнодобывающей и горноперерабатывающей промышленности, обрабатывающих производствах (производство кокса, металлургическое производство, химическое производство), теплоэнергетических предприятиях (97%, 2%, 0,4% соответственно).

Вопросы использования отходов производства и потребления по существу выпали из сферы централизованного государственного управления. Сложившаяся ситуация усугубляется отсутствием экономически эффективных нормативно-правовых, институциональных и организационных условий в области обращения с отходами, а также материально-технической базы эффективной утилизации отходов.

Экологизация производства требует внедрения нового правого и экономического механизма рационального природопользования, который бы заинтересовал природопользователей на внедрение прогрессивных технологий добычи угля и другого минерального сырья, реконструировать обогатительные фабрики, снижать отторжение земель для несельскохозяйственных целей, осуществлять строительство современных полигонов по обезвреживанию и захоронению не утилизируемых, в том числе, токсичных отходов. Существующий экономический механизм не стимулирует природопользователей проводить подобные мероприятия, поскольку ставки платежей за загрязнение, в том числе и за хранение отходов составляют незначительную часть затрат даже на крупнейших промышленных предприятиях.

Библиографический список

1. Государственный доклад о состоянии и охране окружающей природной среды Кемеровской области в 2006 году/ Объединённое главное управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Кемеровской области. – Кемерово: Издательство «Практика», 2007. – 388 с.
2. Европейская практика обращения с отходами: проблемы, решения, перспективы. – Санкт-Петербург, 2005 г.
3. Отчёт Международной конференции по устойчивому развитию в Йоханнесбурге. – Йоханнесбург, 2002 г.
4. Экология и экономика природопользования: учебник для студентов вузов, обучающихся по экономическим специальностям / Под ред. Э.В. Гирусова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2007. – 591 с. – (Серия «Золотой фонд российских учебников»).

УДК 338.465

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Коритняк Р.М.

Научный руководитель – к.б.н, доцент Зырянова У.П.

Поволжская академия государственной службы им. П.А. Столыпина г. Ульяновск

Особое место среди экологических проблем Ульяновской области, как и во всем мире, занимают проблемы обращения с отходами производства и потребления.

На свалки и полигоны твёрдых бытовых отходов ежегодно поступает более 1000,0 тыс. тонн твёрдых бытовых отходов. Преобладают отходы IV класса опасности (малоопасные) – 976,9 тыс. тонн (74,9 %) и V класса опасности (практически не опасные) – 303,9 тыс. тонн (23,3 %). На отходы

I-III класса опасности приходится 1,8 % или 23,5 тыс. тонн.

По данным Комитета по государственному контролю в сфере природопользования и охраны окружающей среды Ульяновской области за 2008 год на 20228 предприятиях Ульяновской области накоплено 3 102 757 тонн отходов. Вызывает озабоченность вопрос утилизации отходов. Полигонов ТБО в области крайне мало. Растет число несанкционированных свалок. Возможными источниками загрязнения почвы селитебных территорий являются нарушения в сборе и утилизации бытовых отходов, предприятия, а также автомобильный транспорт.

Для сбора ТБО оборудовано 596 контейнерных площадок, на них установлено 1990 контейнеров, при потребности 2538 контейнеров.

В государственный реестр объектов размещения отходов производства и потребления на территории Ульяновской области ежегодно добавляются новые объекты размещения отходов. Так в 2008 году в него включены 503 объекта размещения отходов по следующим видам:

-полигоны твёрдых бытовых отходов – 7;

-полигоны промышленных отходов – 9;

-шламонакопители / шламохранилища – 5;

-свалки (санкционированные и несанкционированные) – 379;

-иные –103.

Объекты размещения отходов, включённые в реестр, являются собственностью или находятся на территории 324 хозяйствующих субъектов, в том числе:

-271 районных, поселковых и сельских администраций;

-53 промышленных предприятий, учреждений и организаций.

Площадь объектов размещения отходов, включённых в реестр, составляет 711,44 га, объём размещённых отходов составляет 10 959 352,24 тонны.

Часть населенных пунктов области использует для вывоза твердых бытовых отходов неспециализированный транспорт.

Вместе с тем, в городах и сельских поселениях области не организована дезинфекция контейнеров и спецавтотранспорта, не решен вопрос организованного вывоза ТБО с территорий частных домовладений и садоводческих обществ. Не в полном объеме в жилом фонде, а лишь по заявкам жителей проводятся дератизационные мероприятия.

Ежегодно по результатам проведенных мероприятий по контролю к административной ответственности по ст. 8.2 и 6.3 КоАП РФ привлекаются должностные лица и юридические лица, с которых взимается штраф на определенную сумму.

Сбор и хранение промышленных, отработанных ртутьсодержащих отходов на промышленных предприятиях области организовано в специально отведенных местах временного хранения промышленных отходов на территории промпредприятий по классам опасности, согласно требований СанПиН 2.1.7.1322-03 «Гигиенические требования к размещению и обез-

вреживанию отходов производства и потребления. На большинстве промышленных предприятий, временное хранение, осуществляется более 3-х лет с последующей передачей для утилизации по договорам специализированным организациям, имеющим лицензию на указанный вид деятельности. Из всех промышленных предприятий, находящихся на контроле в Управлении Роспотребнадзора по Ульяновской области, только одно предприятие ОАО «УАЗ» имеет специально отведенный участок вне своей территории на специализированном полигоне ТБО – хранилище промотходов.

На промышленных предприятиях имеются утвержденные проекты нормативов образования отходов и лимитов их размещения со сроком действия 5 лет. Промышленные отходы передаются на утилизацию по договорной системе на предприятия, имеющие лицензию на осуществление данного вида деятельности. На ведущих предприятиях области в местах временного размещения отходов производства производится контроль содержания вредных веществ в воздухе в соответствии с СанПиН 2.1.7.1322-03, организован сбор и локальная очистка поверхностных стоков, производится контроль содержания загрязняющих веществ в поверхностных стоках.

Хранение ртутьсодержащих отходов на территориях предприятий осуществляется отдельно от других видов отходов. На предприятиях проверяется наличие паспортов опасных отходов. Количество накопленных отходов и их перемещение фиксируются в специальных журналах. Сдача накопившихся ртутьсодержащих ламп на утилизацию производится организациями по договорам в специализированные предприятия, имеющие лицензию на данный вид деятельности: ООО «Селена – Экология», ООО «ЭКПРО», ООО «Приор», ООО «Промутилизация».

Большое внимание уделяется состоянию полигонов захоронения твердых бытовых отходов в селе Баратаевка и в селе Красный Яр. Разработана и согласована проектная документация рекультивации, с целью дальнейшего использования, полигона ТБО в селе Баратаевка на срок до 2015 года.

Завершено строительство ямы «Беккари» для захоронения трупов животных в районе полигона ТБО с. Баратаевка – ресурс эксплуатации 10 лет.

Отведен дополнительно земельный участок для строительства нового полигона для ТБО и мусороперерабатывающего предприятия в районе с. Красный Яр.

В городе Ульяновске установлены и введены в эксплуатацию две линии сортировки и переработки твердых бытовых отходов ООО «Центр экологических технологий». Приобретено дополнительное количество спец. техники по вывозу твердых бытовых отходов населения и предприятий. Проводится замена изношенных контейнеров на контейнерных площадках, благоустраиваются дворовые территории.

Количество полигонов, эксплуатация которых осуществляется с нарушением требований санитарного законодательства на территории Ульяновской области – 95: из них – в Карсунском районе – 21, в Вешкаймском районе – 19, в Чердаклинском районе – 19, в Радищевском районе – 18, в Павловском районе – 18. Основными нарушениями являются: не узаконены места их размещения, не проводится изоляция отходов, не проводится лабораторный контроль за объектами окружающей среды в зоне влияния свалок.

В городе Ульяновске полигон ТБО ООО «Центр экологических технологий» находится в стадии реконструкции, на проект реконструкции имеется санитарно-эпидемиологическое заключение. В данное время объем заполнения полигонов составляет: 2-х полигонов с коэффициентом 55% и 3 полигона с коэффициентом более 90%. Полигон ТБО ООО «Полигон» в г. Ульяновске заполнен на 95% и требует консервации. В 2008 году был принят в эксплуатацию новый полигон ТБО в районе с. Белый ключ. Программы производственного контроля на данных полигонах разработаны и проводится лабораторный и радиационный контроль. Не организован лабораторный и радиационный контроль на полигонах и санкционированных свалках р.п. Чердаклы, р.п. Базарный Сызган, в Старокулаткинском, Ульяновском, Николаевском, Майнском, Новомалыкликлинском, Сенгилеевском, Новоспасском, Мелекесском, Старомайнском, Радищевском районах области.

Основная масса бытовых отходов вывозится из городов и посёлков городского типа в слабо уплотнённом, несортированном состоянии на свалки и полигоны. Из 515 объектов размещения отходов в Ульяновской области лишь 9 отвечают санитарным требованиям, а все остальные нарушают природный ландшафт и являются источником загрязнения почвы, подземных и грунтовых вод, атмосферного воздуха.

На основании проведенного анализа сложившейся ситуации в области обращения с отходами в Ульяновской области следует признать целесообразным выделить приоритеты в области обращения с отходами в следующей последовательности:

- предотвращение образования отходов;
- максимально возможное снижение содержания опасных веществ в отходах и ущерба, причиняемого ими;
- максимально возможная утилизация, вторичное использование, рециклинг и компостирование используемых компонентов отходов;
- экологически чистое удаление (захоронение) оставшейся части отходов.

При такой постановке задачи необходимо учитывать ряд основополагающих принципов в области обращения с отходами.

Для эффективного достижения целей региональной политики в области обращения с отходами необходим ряд первоочередных мер. В частности внедрение обязательной для каждого района области системы раз-

дельного (селективного) сбора ТБО. Селективный сбор ТБО населением более приемлем, чем «технологическое разделение», по следующим причинам:

1) в этом случае меньше суммарные издержки, налагаемые на население;

2) как правило, меньше издержки, налагаемые на региональный бюджет и региональные власти; в частности, не требуется значительных затрат на приобретение и эксплуатацию сложных технологий разделения;

3) в решении проблемы ТБО принимают непосредственное участие те, кто производит отходы - это (а) считается морально правильным и (б) создает стимул для уменьшения количества отходов.

В разрабатываемых мероприятиях и программах по селективному сбору ТБО необходимо учитывать один общий принцип: «чем меньше усилий требуется от населения, тем больше процент его участия».

Координация и контроль деятельности в области обращения с ТБО органами местного самоуправления должны осуществляться в рамках национальных и региональных стратегий.

Законодательные органы местного самоуправления должны принимать городские и региональные законы, требующие:

- от учреждений и предприятий – собирать образующиеся отходы селективно;

- от предприятий по утилизации – запретить прием определенных видов отходов.

Введение лимитов на размещение отходов, также будет способствовать упорядочению деятельности и контроля в области обращения с ТБО. Необходимо разработать и принять региональные законы, устанавливающие особые правила обращения с опасными отходами. В соответствии с иерархией методов обращения с отходами законы должны запрещать захоронение тех видов отходов, которые могут быть подвергнуты вторичному использованию.

Необходимо создание структуры для осуществления планирования обращения с отходами на региональном уровне. Решения, касающиеся утилизации ТБО, должны вырабатываться и обсуждаться с участием всех сторон, заинтересованных и участвующих в процессе обращения с ТБО. Предотвратить кризис в области обращения с ТБО можно только вовлечением всех доступных местных ресурсов: человеческих, организационных, экономических и иных. Поэтому целесообразно привлечь к решению проблемы, или, по крайней мере, учесть мнение всех заинтересованных сторон, в том числе:

- представительную и исполнительную власть;
- население и общественные организации;
- ведомства государственного надзора (отделения Росприроднадзора, Роспотребнадзора и т.д.);

• руководителей предприятий по утилизации ТБО (полигоны, предприятия по переработке ТБО и т.д.);

• руководителей градообразующих предприятий;

• транспортников, руководителей предприятий по переработке вторсырья;

• представителей СМИ.

Необходимо создать из представителей названных групп консультационный комитет или рабочую группу по ТБО, работа которой должна состоять в выработке основных направлений комплексного плана управления твердыми бытовыми отходами. Как показывает мировой и российский опыт, именно такой комитет и участие в нем представителей общественности может явиться удачным первым шагом на пути к осуществлению экологически приемлемой программы решения проблем твердых бытовых отходов. Никакой, даже самый квалифицированный эксперт, никакая технология не решат проблему ТБО, если за решениями не будет стоять авторитет и политическая воля городских властей и поддержка общественности, если решения не будут основаны на местных социальных, экономических и иных условиях.

Следующим важным шагом в решении поставленных задач будет выработка принципов ответственности производителей за размещение отходов произведенных ими продуктов и материалов. На региональном уровне, в области обращения с ТБО, необходимо в законодательном порядке утвердить принцип «ответственности производителя», заключающийся в том, что производитель несет ответственность за обезвреживание произведенного им продукта после перехода его в категорию отходов. Стоимость размещения отхода включается производителем в его отпускную цену – таким образом, реализуется принцип «загрязнитель платит».

В тоже время такой подход обеспечивает гарантии того, что при производстве продукции максимально используются материалы, пригодные для вторичного использования и рециклинга.

В основе разработки стратегии обращения с ТБО должен лежать глубокий системный анализ взаимосвязанных с проблемой ТБО аспектов:

1. Объемов образуемых ТБО, которые непрерывно возрастают как в абсолютных величинах, так и на душу населения.

2. Морфологического состава ТБО, который усложняется, включающий в себя все большее количество экологически опасных компонентов.

3. Систем сбора и вывоза ТБО. Существующие в настоящее время системы сбора и вывоза требуют совершенствования и модернизации.

4. Объектов утилизации ТБО. В настоящее время захоронение ТБО на полигонах и свалках не отвечает санитарным нормам и требованиям экологической безопасности.

5. Экономических. Выявлено, что причина кризисного состояния в сфере обращения с отходами заключается в отсутствии выделенных финансовых потоков на всех стадиях обращения с ТБО, что приводит к оста-

точному принципу финансирования отрасли. Выход из кризиса лежит в выделении финансовых потоков на все стадии обращения с твердыми бытовыми отходами и их разделении.

Современный тариф на услуги по удалению отходов не позволяет создать достаточный резерв для модернизации существующей системы управления отходами, использовать финансы для инвестирования в создание улучшенных санитарных полигонов и осуществлять их рекультивацию в постэксплуатационный период. Изменение структуры и согласование нового тарифа, предусматривающего учет всех затрат, возврат инвестиций, получение прибыли и формирование фонда развития необходимо для эффективного управления отходами.

Тарифная политика должна обеспечить:

- нормирование затрат на санитарную очистку города от ТБО;
- оптимизацию финансовых потоков на создание и эксплуатацию областной системы сбора и удаления ТБО;
- финансовую самостоятельность отрасли;
- переход на рыночные отношения.

Для реализации и внедрения тарифной политики необходимо:

1) проверить правомерность изменения тарифа на услуги по удалению ТБО с точки зрения существующего законодательства России;

2) оценить реальные затраты на все операции по сбору, транспортировке и обезвреживанию отходов, чтобы размер тарифа соответствовал принципу «загрязнитель платит»;

3) убедить органы, принимающие решения о размере тарифа, в необходимости изменения тарифа, акцентируя внимание на том, что без этого невозможно совершенствование системы управления отходами;

4) выделить финансовые потоки и обеспечить их ведомственное распределение;

5) повысить контроль исполнения и размещения средств, в первую очередь сформированных за счет тарифа на услуги по удалению ТБО;

6) организовать кампанию оповещения граждан о проблеме ТБО и необходимости повышения тарифа на удаление ТБО.

В инвестиционной политике также следует применить новый подход к разработке и реализации эколого-экономических программ. Последние должны быть заранее рассчитаны на всевозможные источники финансирования. Однако, не исключая возможности получения государственных федеральных и региональных ресурсов, эти программы должны быть в первую очередь рассчитаны на выход на отечественный и мировой рынки капиталов, на целевые нерыночные российские и мировые источники, на международные и межгосударственные программы. При разработке и представлении этих программ должны быть применены современные финансово-инвестиционные технологии, эколого-экономические подходы. Стратегии, программы и ТЭО, составляемые в духе централизованной экономики, должны уйти в прошлое.

Опыт развитых стран показывает, что для реализации экологически ориентированной реконструкции региональной экономики при одновременном повышении ее экономической эффективности и конкурентоспособности необходимо разработать эффективную городскую экологически ориентированную инвестиционную политику.

Областная экологически ориентированная инвестиционная политика должна строиться в контексте общей инвестиционной политики области в качестве ее экологического раздела. Термин «экологический» в эколого-экономическом контексте понимается широко и включает в себя природо-, энерго-, ресурсо- и средопользование. Общая инвестиционная политика распадается тогда на три равные фундаментальные направления: экономическая эффективность, социальная ориентация и экологическая ориентация. Учитывая полное отсутствие национального опыта разработки экологически ориентированной инвестиционной политики, предлагается начать эту работу сейчас с малых шагов, без каких-либо потрясений и в то же время в практически эффективных формах.

В рыночной экономике одним из наиболее трудных этапов реализации инвестиционного проекта или программы является их признание на инвестиционном рынке и фактическое инвестирование. Поэтому необходимы особые усилия по созданию и развитию инфраструктуры экологически ориентированного инвестиционного рынка, обеспечивающей надежное взаимодействие производственных предприятий и источников инвестиций.

Первая мера – создание профессиональных экологических финансово-инвестиционных или финансово-промышленных компаний или корпораций, практически организующих взаимодействие производственного и финансового секторов экономики. Такие компании, выполняя полный спектр профессиональных операций по продвижению инвестиционных проектов на финансовый рынок и по финансово-инвестиционному сопровождению проектов на стадии их реализации, должны иметь агентские соглашения с крупнейшими инвестиционными институтами (учредительство или договоры) и агентские соглашения по развитию с производственным сектором (учредительство, владение пакетами акций или договоры). Компании должны иметь агентские поручения от Правительства Ульяновской области, что позволит им представлять проекты в государственные и межгосударственные программы, претендовать на административные гарантии, пользоваться официальным информационным обслуживанием и т.п. Вклад области возможен в форме мало ликвидных акций, что позволит также обеспечить взаимозависимость инвестиционных компаний и производственных предприятий и облегчит включение предприятий в инвестиционный процесс. Учитывая спрос на инвестиции, желательно создать региональные и отраслевые финансово-инвестиционные компании и организовать их совместную деятельность на договорной основе или на основе перекрестного владения акциями.

6. Социальных. Социально значимыми факторами для населения при обращении с отходами являются:

- Санитарно-экологическая безопасность населения;

- Затраты населения на поддержание необходимого уровня экологической безопасности.

Непосредственное влияние на санитарное состояние городского хозяйства и экологию оказывают:

- экологическое образование и информированность населения;
- состояние благоустройства жилого фонда;
- доходы населения;
- экономическая стабильность градообразующих предприятий.

7. Экологических. Основными экологическими факторами в области обращения с ТБО являются:

- Санитарное содержание мест временного складирования отходов (контейнерные площадки, мусоросборники).

- Техническое состояние транспорта, задействованного на перевозке отходов (нерегулярные проверки и контроль токсичности выхлопных газов).

- Санитарное состояние мест утилизации ТБО.

Состояние контейнерных площадок, как правило, не отвечает требованиям санитарных норм: не в полном объеме выполнены все требования СНиП; не регулярно проводится санитарная обработка; контейнеры не укомплектованы крышками (что приводит к раздуванию ТБО, появлению грызунов и т.п.).

8. Рынка услуг и подрядчиков в области обращения с ТБО. Как правило, незначительный перечень подрядчиков на этот вид услуг обусловлен отсутствием областной скоординированной политики в области обращения с ТБО.

Следует иметь в виду, что областные власти должны быть готовы принимать обоснованные и подходящие для конкретной ситуации решения по передаче части или всего комплекса работ по сбору и утилизации отходов в руки частных предприятий, а общественные экологические организации должны будут выработать свою позицию по отношению к этому явлению.

Существует множество факторов, которые необходимо рассматривать при приватизации обращения с ТБО. Предприятия по сбору и утилизации ТБО могут, в принципе, предложить населению более низкие цены, в структуру которых не заложены прибыль и налоги. Централизованная система поможет стандартизовать операции и обеспечить необходимую гибкость в переходе на новые подходы и технологии. В тоже время предприятия, находящиеся в муниципальной собственности, обычно работают менее эффективно из-за отсутствия конкуренции.

Так как эксплуатация муниципальных предприятий должна финансироваться из городского бюджета, средств в котором всегда не хватает, то

проблемы решаются самым дешевым, а не самым лучшим способом. Частные же предприятия не нужно финансировать из местного бюджета и можно заставить выполнять все экологические нормы. Конкуренция (конечно, только в том случае, если она появится) заставит частные предприятия работать эффективно и к тому же независимо от политических изменений в администрации области. В тоже время следует ожидать, что цена переработки отходов для населения возрастет. Высокая цена за утилизацию отходов создает дополнительный рычаг в управлении отходами, так как население и учреждения будут платить за утилизацию в зависимости от количества отходов, которое они выбрасывают. Это создает мощный стимул к сокращению количества отходов, отправляемых на захоронение, и задача органов местного самоуправления состоит в том, чтобы предоставить реальные альтернативы захоронению ТБО на полигоне.

Наличие законодательной базы, льгот по налогообложению, сырьевой базы и потребителей способствует оживлению на рынке услуг по селективному сбору и вторичной переработке отходов.

9. Правовых. Законодательство на региональном уровне должно способствовать созданию областной системы в области обращения с ТБО, позволяющей этой отрасли совершенствоваться и развиваться.

Наличие множества факторов, влияющих на проблему ТБО, предполагает ее решение на основе принципов комплексного управления.

Комплексное управление отходами должно начинаться с изменения взгляда на то, чем являются бытовые отходы и подходов к решению проблемы. Традиционные подходы к проблеме ТБО ориентированы на уменьшение опасного влияния на окружающую среду путем изоляции свалочного тела от грунтовых вод, очистки эмиссий перерабатывающих предприятий и т.д. Нетрадиционный взгляд на проблему, коротко выражаясь, состоит в том, что гораздо проще контролировать, что попадает на свалку или переработку, чем то, что попадает со свалки в окружающую среду. Основа концепции состоит в том, что бытовые отходы состоят из различных фракций, которые не должны в идеале смешиваться между собой, а должны утилизироваться отдельно друг от друга наиболее экономичными и экологически приемлемыми способами.

Принципы комплексного управления отходами:

1. Морфологический состав ТБО содержит различные фракции, к которым должны применяться различные методы утилизации.

2. Комбинация технологий и мероприятий, включая: сокращение количества отходов, вторичную переработку и компостирование, захоронение на полигонах, должна использоваться для утилизации тех или иных специфических компонентов ТБО. Все технологии и мероприятия должны разрабатываться в комплексе, дополняя друг друга.

3. Система утилизации ТБО должна разрабатываться с учетом конкретных местных проблем и базироваться на местных ресурсах. Местный

опыт в утилизации ТБО должен постепенно приобретаться посредством разработки и осуществления небольших программ.

4. Комплексный подход к переработке отходов должен базироваться на долговременном стратегическом планировании, обеспечивать гибкость, необходимую для того, чтобы быть способным адаптироваться к будущим изменениям в составе и количестве ТБО и доступности технологий утилизации. Мониторинг и оценка результатов мероприятий должны непрерывно сопровождать разработку и осуществление программ утилизации ТБО.

5. Участие региональных и местных властей, а также всех групп населения (то есть тех, кто собственно «производит» отходы) – необходимый элемент любой программы по решению проблемы ТБО.

Комплексное управление ТБО предполагает, что в дополнение к традиционному способу захоронения, неотъемлемой частью утилизации отходов должны стать мероприятия по сокращению количества отходов, вторичная переработка отходов и компостирование. Только комбинация нескольких взаимодополняющих программ и мероприятий, а не одна технология, пусть даже самая современная, может способствовать эффективному решению проблемы ТБО.

Для каждого конкретного населенного пункта необходим выбор определенной комбинации подходов, учитывающий местный опыт и местные ресурсы. План мероприятий по комплексному управлению отходами основывается на изучении потоков отходов, оценке имеющихся вариантов и включает осуществление небольших «экспериментальных» проектов, позволяющих собрать информацию и приобрести опыт.

В рамках комплексного управления ТБО, предполагается, что населенный пункт, район выбирают подходы к решению проблемы ТБО в зависимости от своих специфических местных условий и ресурсов. Однако при определении целей программы по утилизации ТБО и планировании стратегии целесообразно иметь представление об определенной иерархии комплексного управления отходами. Такая иерархия подразумевает, что в первую очередь должны рассматриваться мероприятия по первичному сокращению отходов, затем по вторичному сокращению: повторному использованию и переработке оставшейся части отходов и в самую последнюю очередь: мероприятия по утилизации или захоронению тех отходов, возникновения которых не удалось избежать и которые не поддаются переработке во вторсырье.

Региональное планирование управления ТБО необходимо сфокусировать на двух основных задачах:

- достижение намеченных показателей в области предотвращения образования отходов и их вторичного использования – как первоочередная цель;
- обеспечение необходимых мощностей для конечного размещения не утилизируемой части отходов.

Наиболее эффективным инструментом в реализации стратегии станет создание единой системы управления отходами, предусматривающей:

1) развитие мощностей по переработке отходов в Ульяновской области;

2) установление лимитов размещения отходов;

3) порядок и условия передачи земельных участков, для создания специализированных полигонов по централизованному захоронению отходов;

4) порядок использования финансовых средств, получаемых от предприятий Ульяновской области в виде экологических платежей за размещение отходов, в части целевого их направления на повышение экологической безопасности полигонов для захоронения отходов;

5) создание экономического механизма, включающего организацию специального накопительного фонда за счет экологических платежей за размещение отходов, претензий по ущербам, компенсаций за деградацию земель, изъятых под полигоны, других платежей и штрафов. Расходование и направление этих средств на содержание и обустройство полигонов, организацию инфраструктуры и мощностей по переработке отходов и решение других вопросов, связанных с размещением отходов производства и потребления.

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Ульяновской области в 2007 году». – Ульяновск, 2008. – 214 с.
2. Концепция рационального (устойчивого) природопользования на территории г. Ульяновска, утв. Решением Ульяновской Городской Думы от 03.07.2002 № 131.
3. Мекуш Г.Е. Эколого-экономическая оценка устойчивости регионального развития (на примере Кемеровской области) [Электронный ресурс]: Автореферат дис. … д-ра эконом. наук: 08.00.05: Москва, 2007.
4. Дегтерев С.Н. Основы городской стратегии в области обращения с твердыми бытовыми отходами (ТБО)/ С.Н. Дегтерев, В.Н. Проскуряков [Электронный ресурс]. – Тольятти, Завод по переработке бытовых отходов ОАО «АВТОВАЗТРАНС».

УДК 628.52: 658

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ В РАЗДЕЛЕ «МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ» ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Донских Т. А.

ООО «Кузнецкая проектная компания»
г. Новокузнецк

Общество с ограниченной ответственностью "Кузнецкая проектная компания" создано в 2006 г., но уже имеет широкий круг клиентов в промышленном проектировании. За время своей работы коллективом организации выполнены проектные работы по более 50 объектам промышленного проектирования на территории Кемеровской области. Компания входит в состав СРО (саморегулированных организаций).

Отдел охраны окружающей среды ООО «Кузнецкая проектная компания» выполняет:

- Оценку воздействия на окружающую среду (ОВОС) и охрану окружающей среды (ООС) при строительстве и реконструкции АЗС, АГЗС, зданий и сооружений;
- Проекты нормативов образования отходов и лимитов на их размещение для всех видов деятельности;
- Расчеты классов опасности для всех видов отходов;
- Проекты санитарно-защитных зон (СЗЗ), в том числе проекты по уменьшению СЗЗ;
- НДС-проекты (нормативы допустимого сброса в водные объекты);
- ПДВ-проекты (предельно допустимых выбросов в атмосферу);
- Расчеты акустического воздействия на окружающую среду от всех видов производств;
- Рекультивация земель.

Основные принципы охраны окружающей среды определены в ст. 3 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», которые четко устанавливают, что хозяйственная и иная деятельность, оказывающая воздействие на окружающую среду, должна осуществляться на основе:

- презумпции экологической опасности планируемой хозяйственной и иной деятельности;
- обязательности проведения в соответствии с законодательством Российской Федерации проверки проектов и иной документации, обосновывающих хозяйственную и иную деятельность, которая может оказать негативное воздействие на окружающую среду, создать угрозу жизни, здоровью и имуществу граждан, на соответствие требованиям технических регламентов в области охраны окружающей среды.

В дополнение к этому пункт 1 статьи 36 Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» устанавливает, что

при проектировании зданий, строений, сооружений и иных объектов, в том числе, должны:

- учитываться нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду;

- предусматриваться мероприятия по предупреждению и устранению загрязнения окружающей среды, а также способы размещения отходов производства и потребления;

- применяться ресурсосберегающие, малоотходные, безотходные и иные наилучшие существующие технологии, способствующие охране окружающей среды, восстановлению природной среды, рациональному использованию и воспроизводству природных ресурсов.

Для *нелинейных объектов* (например, карьер) капитального строительства в соответствии с п.12 ст. Градостроительным кодексом Российской Федерации от 29 декабря 2004 г. № 190-ФЗ. необходима разработка раздела «Перечень мероприятий по охране окружающей среды».

Требования к содержанию раздела *«Перечень мероприятий по охране окружающей среды»* устанавливаются Правительством Российской Федерации согласно п.13 ст.48 Градостроительного кодекса и Постановлению Правительства РФ о составе разделов проектной документации (на различные виды объектов капитального строительства) от 16.02.2008 г. № 87.

Особую актуальность при строительстве промышленных объектов приобретает проблема удаления и складирования отходов производства. Промышленные отходы требуют для складирования не только определенных площадей, но и загрязнению атмосферу, территорию, поверхностных и подземых вод.

Содержание текстовой части раздела 8 "Перечень мероприятий по охране окружающей среды" Постановления Правительства РФ о составе разделов проектной документации (на различные виды объектов капитального строительства) от 16.02.2008 г. № 87, в части обращения с отходами производства и потребления, должна содержать:

– перечень мероприятий по предотвращению и (или) снижению возможного негативного воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду и рациональному использованию природных ресурсов на период строительства и эксплуатации линейного объекта, включающий:

– мероприятия по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению опасных отходов;

– программу производственного экологического контроля (мониторинга) за характером изменения всех компонентов экосистемы при строительстве и эксплуатации линейного объекта, а также при авариях на его отдельных участках.

В компании разработан проект инструкции по содержанию и оформлению раздела «Охрана окружающей среды при обращении с отходами производства и потребления» книги «Охраны окружающей среды»; перечень и описание входящих подразделов представлен ниже.

1. Сведения о хозяйственной и иной деятельности, в результате осуществления которой образуются отходы

Представляются сведения о хозяйственной и иной деятельности, в результате осуществления которой образуются отходы, а также приводится характеристика производственных процессов как источников образования отходов, указывается информация об основных видах сырья, производимой продукции, производственной мощности объектов.

Сведения о производственных процессах как источниках образования отходов представляется в текстовой форме по каждому производственному участку.

2. Сведения об отходах

В данном подразделе приводится перечень образующихся отходов с указанием сведений о составе, физико-химических характеристиках отходов, классах опасности для окружающей природной среды (экологическая классификация) и для здоровья человека (санитарно-эпидемиологическая классификация).

В текстовой части подраздела приводятся сведения о проведенных работах по установлению классов опасности отходов для окружающей природной среды. В приложении представляются копии свидетельств о классе опасности отхода для окружающей среды, паспортов опасных отходов.

3. Расчет и обоснование количества образующихся отходов

Представляются расчеты количества образующихся отходов для каждого вида отходов с использованием определенного расчетного метода.

Расчеты предоставляются в табличной или в текстовой форме. В текстовой форме приводятся по каждому виду отхода ссылки на соответствующие источники сведений, а также на приложения, удовлетворяющие те или иные количественные показатели.

В случае наличия очистных сооружений для промышленных сточных вод или пылеулавливающих и газоочистных установок и оборудования представляется их характеристика в соответствии с образцами представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика очистных сооружений сточных вод, пылеулавливающих и газоочистных установок (ПГУ) и оборудования

Наименование очистного сооружения / Наименование ПГУ, оборудования						
Метод очистки						
Перечень и состав загрязняющих веществ, поступающих на очистку / Перечень и состав улавливаемых загрязняющих веществ						
№ п/п	Наименование загрязняющих веществ (ЗВ)	Концентрация ЗВ, поступающих на очистку	Ед. изм. концентрации	Степень очистки, %	Мощность, $м^3/ч$	Время работы

Перечень образующихся отходов				
№ п/п	Наименование вида отхода	Код отхода по ФККО	Класс опасности	Годовой норматив образования отхода, т/год

В конце подраздела по результатам расчетов формируется таблица (см. таблицу 2) производится анализ и предложения по установлению или

корректировки нормативов образования отходов и лимитов на их размещение.

Таблица 2 – Годовые нормативы образования отходов производства и потребления

№ п/п	Наименование отхода	Код по ФККО	Класс опасности	Предполагаемый годовой норматив образования отходов, т	Утвержденный годовой норматив образования отходов, т
1	2	3	4	5	6
	Итого 1 класса опасности:				
	Итого 2 класса опасности				
	Итого 3 класса опасности				
	Итого 4 класса опасности				
	Итого 5 классы опасности				
	Всего:				

4. Обращение с отходами

Приводятся данные по образованию, использованию отходов, по передаче отходов другим организациям с целью переработки, обезвреживанию и/или захоронению.

Цель данного раздела является предоставление информации по обращению (образованию, использованию, обезвреживанию, получению, передаче, размещению) с каждым видом отходов.

Перечень мероприятий по обращению с отходами:

- оформление договорных отношений с организациями, осуществляющими сбор, транспортировку, использование, обезвреживание, размещение и утилизацию отходов, которые на момент проектирования должны быть подтверждены гарантийными письмами;

- организация мест временного накопления отходов для исключения загрязнения почвы, поверхностных и грунтовых вод, атмосферного воздуха;

- отходы должны направляться на переработку, использование или обезвреживание при условии наличия мощностей в регионе;

- селективный сбор отходов и пр.

Характеристика объектов размещения отходов сроком до 3 лет или более представляются в виде таблице согласно Приказу Минприроды РФ от 25.02.2010 N 49 "Об утверждении правил инвентаризации объектов размещения отходов".

На ситуационной карте-схеме обозначается расположение объектов размещения отходов на территории предприятия.

5. Сведения о противоаварийных мероприятиях

В ст.11 ФЗ «Об отходах производства и потребления» указывается на необходимость соблюдения требований по предупреждению аварий, связанных с обращением с отходами и на необходимость принимать неотложные меры по их ликвидации.

При составлении этого раздела за основу принимается п.28 Методических указаний по разработке проектов нормативов образования отходов и лимитов на их размещение, утвержденных приказом МПР России от 11.03.2002 г. № 115.

Наиболее вероятными источниками – объектами возникновения аварий (чрезвычайных ситуаций) в сфере обращения с отходами являются объекты временного хранения отходов и транспортные средства, перевозящие отходы.

Раздел разрабатывается в случае временного хранения отходов (не зависимо от класса опасности), являющихся источниками пожарной опасности.

6. Мониторинг над обращением с отходами производства и потребления

Юридические лица разрабатывают программу производственного контроля с входящем в нее разделом лабораторных исследований и испытаний, эффективности мероприятий по обеспечению безопасности обращения с отходами производства и потребления с учетом особенностей отдельных видов производственной деятельности и используемых процессов.

Программа лабораторных исследований составляется юридическим лицом до начала осуществления деятельности.

Юридические лица (индивидуальные предприниматели) представляют информацию о результатах лабораторных исследований центрам государственного санитарно-эпидемиологического надзора по их запросам.

Лабораторные исследования и испытания осуществляются юридическим лицом имеющим соответствующую требованиям лабораторную базу самостоятельно, либо с привлечением лаборатории, аккредитованной в установленном порядке.

Перечень, объем и периодичность лабораторных исследований площадок временного хранения промышленных отходов (отвалы и т.д.) представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Перечень, объем и периодичность лабораторных исследований площадок временного хранения промышленных отходов

Номенклатура исследования	Частота исследований			
	зима	весна	лето	осень
Санитарно-химические исследования	1 раз в месяц	1 раз в месяц	1 раз в квартал	1 раз в квартал
Радиологические иссследования	1 раз в квартал	1 раз в квартал	1 раз в год	1 раз в год

В разделе «Список использованной литературы» приводится перечень использованных в процессе подготовки раздела источников информации: справочников, научно-технической литературы, нормативно-методической документации, с указанием авторов, издательства и года издания в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Система стандартов по информации, библиотечному и издательскому делу. Библиографическая запись. Библиографическое опасание. Общие требования и правила составления».

В раздел «Приложения» ПНООЛР включаются:

копии паспортов опасных отходов, копии свидетельств о классе опасности отхода для окружающей природной среды либо материалы, обосновывающие отнесение отходов к классу опасности для окружающей природной среды (в соответствии с Критериями отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды, утвержденными Приказом МПР России от 15.06.2001 N 511);

– документы (копии договоров, актов, заверенные хозяйствующим субъектом), подтверждающие намерение на размещение отходов на специализированных объектах, передачу (или получение) отходов с целью их использования и (или) обезвреживания;

– документы, подтверждающие обязательства арендатора самостоятельно осуществлять деятельность по обращению с отходами с соблюдением экологических и санитарно-гигиенических требований (если хозяйствующий субъект выступает в качестве арендодателя части производственных территорий, помещений или оборудования и арендатор самостоятельно осуществляет деятельность по обращению с отходами);

– документы (копии договоров, актов, заверенные хозяйствующим субъектом), подтверждающие факты использования, обезвреживания, размещения отходов:

– копии документов, заверенные хозяйствующим субъектом, об использовании, обезвреживании отходов хозяйствующим субъектом, хранении и захоронении отходов на самостоятельно эксплуатируемых объектах за отчетный период;

– копии лицензий на деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке, размещению опасных отходов, выданных хозяйствующим субъектам, которым осуществляется передача опасных отходов в собственность, либо на правах владения, пользования

или распоряжения для использования, обезвреживания, хранения и захоронения;

– другое.

УДК 504.062

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ОТХОДОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ В КУЗБАССЕ С УЧЕТОМ МИРОВОГО ОПЫТА

ЕЛЕНЦЕВА Л.В., ВОЛЫНКИНА Е.П.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Кемеровская область — один из крупнейших индустриальных регионов России, основа промышленного производства которого включает добычу каменного угля, железной и полиметаллических руд (в среднем 29,2% валового регионального продукта за 2005-2008 гг.). Обрабатывающие отрасли Кузбасса представлены, главным образом, черной и цветной металлургией, производством первичных химических продуктов и строительных материалов. В комплексе с производством энергии и строительством данная совокупность сырьевых отраслей доминирует в экономике региона, в сумме занимая 57,7% ВРП.

В структуре региональной экономики все больше «закрепляются» отрасли производства сырья и его низкого передела. Это сопровождается концентрацией в Кузбассе сырьевых производств страны, в результате чего к 2009 г. в регионе добывается 56% российского угля, в том числе 76% коксующегося, производится более 13% чугуна и стали, 23% сортового стального проката, более 11% алюминия и 19% кокса, 55% ферросилиция, 80% железнодорожных и 100% трамвайных рельсов. На долю угольной промышленности приходится более 30% от общего объема промышленного производства. Другая базовая отрасль промышленности – металлургическая - дает 44 % от общего объема промышленного производства региона. Увеличивается размер денежных потоков, направляемых на поддержание и развитие производства сырья и его низкого передела. Так, в 2006-2007 гг. доля угледобычи в общем объеме инвестиций в основной капитал составила в среднем 49%, а обрабатывающих производств -21% (на фоне роста общего объема инвестиций в 6,1 раза в 2001-2007 гг.).

Закреплению узкосырьевой специализации способствует абсолютное доминирование полезных ископаемых и продуктов их первичной переработки в региональном экспорте. В 2003-2007 гг. кузбасский экспортный «пакет» на 99% был представлен тремя товарными группами:

- топливно-энергетические товары - уголь каменный, кокс и полукокс из каменного угля (рост за этот период - с 48,3 до 79,1 млн. т; объем экспорта в стоимостном выражении - более 3,5 млрд. дол. ежегодно);

- металлы и изделия из них - полуфабрикаты, прутки, специальные профили, прокат плоский из железа или нелегированной стали, чугун передельный, алюминий необработанный, ферросплавы (рост почти в два раза, 2,7 млрд. дол. в год);

- продукция химической промышленности - в основном гетероциклические соединения и азотные удобрения (экспорт снизился на 22,3% и составил 0,26 млрд. дол.).

Таким образом, основные структурные проблемы развития кузбасской экономики - это концентрация в регионе низкотехнологичных сырьевых производств с невысокой производительностью труда, слабая диверсификации экономики и ее высокая зависимость от нестабильного сырьевого рынка, практически полное отсутствие инновационной деятельности, ориентированной на обслуживание несырьевых производств.

Сохранение структуры экономики Кемеровской области, отсутствие диверсификации в ее угольной, металлургической, химической отраслях приводят к тяжелым социально-экономическим последствиям: сокращению темпов промышленного производства, спроса на уголь, металл, первичную химическую продукцию, снижению уровня занятости.

Таким образом, очевидна необходимость диверсификации экономики Кузбасса с целью создания инновационных отраслей, позволяющих отойти от сырьевой специализации в результате появления новых видов продукции, создания новых рабочих мест и привлечения инвестиций в регион.

Успешным примером диверсификации экономики является американский город Питтсбург, экономика которого до 1980-х гг. базировалась на металлургической промышленности. Сейчас основные сферы экономики – это здравоохранение, образование, технология и финансовые услуги. Вокруг Университета Питтсбурга (University of Pittsburgh) и Университета Карнеги-Меллон (Carnegie Mellon University), являющимися не только учебными, но и исследовательскими центрами с огромным объемом фундаментальных и прикладных разработок в таких сферах, как программные продукты, телекоммуникации, робототехника и медицина, сформировалась целая индустрия венчурных фондов, центров технологического трансферта и других структур, которые помогают превращать научные открытия в успешные коммерческие проекты.

В Кузбассе перспективным направлением диверсификации экономики является создание и развитие новой отрасли, которая в мире получила название Waste Management, или управление отходами. Отрасль управления отходами включает в себя сбор, транспортировку, разделение, переработку, обезвреживание и захоронение отходов.

Кузбасс занимает первое место в России по количеству образующихся отходов: 1,8 млрд. т в год при общем образовании в России 3,9 млрд. т. На рисунке 1 представлена диаграмма, отражающая динамику образования и переработки отходов в Кемеровской области.

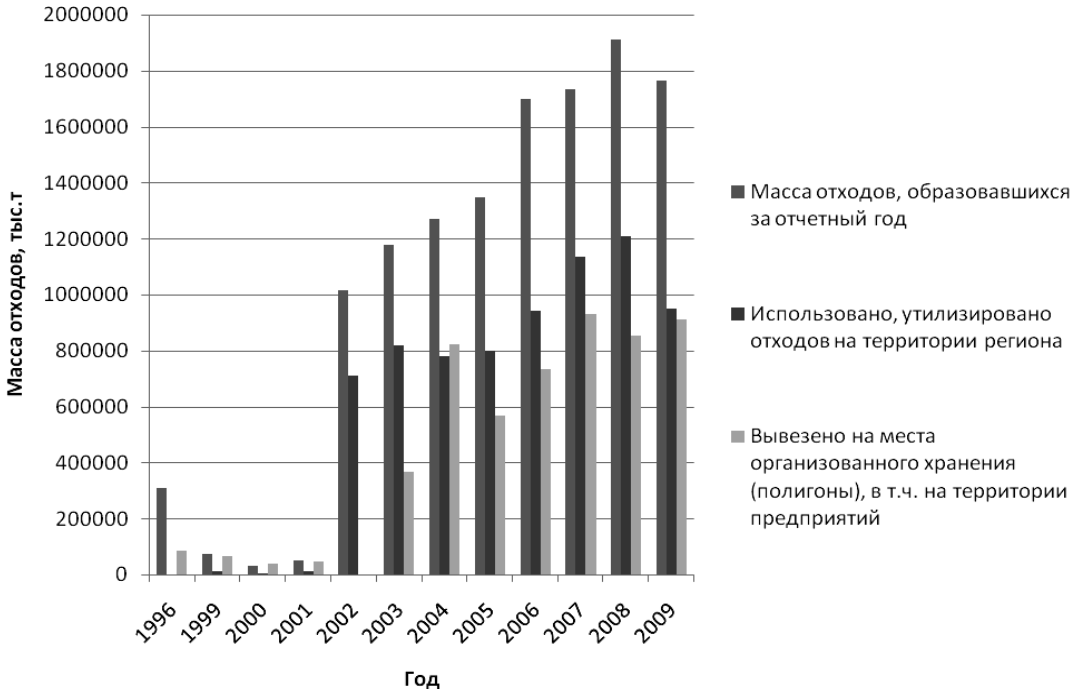


Рисунок 1 – Динамика образования и переработки отходов в Кемеровской области

За последние десять лет наблюдается рост образования отходов. В 2002 году масса образующихся отходов в области превысила 1,0 млрд. т, в 2006 году этот показатель увеличился до 1,7 млрд. т, в 2008 году – более 1,9 млрд. т, в 2009 году масса отходов уменьшилась до 1,76 млрд. т в результате спада промышленности вследствие экономического кризиса. Около 1 млрд. т отходов в год не утилизируется и складируется.

Основной объем отходов обусловлен деятельностью предприятий угольной промышленности (1694,36 млн. т или 98,36 %), значительное количество отходов образуется на предприятиях черной и цветной металлургии (25,16 млн. т или 1,46%), при производстве и распределении электроэнергии, газа и воды (2,71 млн. т или 0,16 %) и на предприятиях химической промышленности (0,172 млн. т или 0,01%).

Образующиеся отходы несут в себе опасность для окружающей среды и здоровья человека, нарушая экологическое равновесие. С другой стороны, отходы содержат в себе определенную экономическую ценность. Так, в стоимостном выражении объем рынка только бытовых отходов в развитых странах оценивается примерно в 120 млрд. долл. Наибольшее значение имеют рынки США (около 46,5 млрд. долл.), Европы (около 36 млрд. долл.) и Японии (около 30,5 млрд. долл.). Объем мирового рынка неопасных промышленных отходов оценивается примерно в 147 млрд. долл. для следующих стран: Япония, Европа, США, Южная Корея, Австралия, Мексика. Наибольший объем этого рынка – в Японии (67 млрд. долл.).

Большой экономический эффект можно получить, используя вторичные ресурсы вместо природного сырья. К примеру, сжигание 170 млн. т муниципальных отходов дает примерно столько же энергии, сколько 220 млн. баррелей нефти, то есть около 600 тыс. баррелей в день (такая страна, как США, потребляет в сутки около 20 млн. баррелей). В Японии насчитывается 236 мусоросжигательных заводов, которые производят энергии примерно столько же, сколько одна атомная станция.

На мировом рынке поставки вторичного сырья оцениваются примерно в 135 млн. т. Всего в отходоперерабатывающей отрасли занято около 1,5 млн. человек, а мировое производство превосходит 500 млн. т.

Значительная часть отходов представляет собой техногенные или вторичные ресурсы, нередко успешно конкурирующие с природными. Так, при переработке отходов древесины можно получить жидкое биотопливо, топливные брикеты или топливные гранулы – пеллеты, используемые в качестве альтернативного вида топлива, а также такие виды продукции, как древесноволокнистые плиты (ДВП), древесностружечные плиты (ДСП), удобрения и спирты. При переработке отходов пластмасс может быть получен вторичный гранулят, используемый для изготовления литьевых и экструзионных изделий: преформ, технической упаковки, пленки, упаковочной ленты, волокна, а также композиционные строительные материалы (черепица, тротуарная плитка, стеновые панели, кирпич). Используя в качестве вторичного сырья изношенные автопокрышки, можно получить жидкое топливо, резиновую крошку, которая применяется для изготовления дорожных, напольных, спортивных покрытий, в качестве укрывного и отделочного строительного материала. Для пищевых, органических и сельскохозяйственных отходов возможна переработка с получением биогаза, компоста и гумуса. Для отходов стеклобоя возможны следующие пути утилизации: использование отходов стекла в составе вяжущих материалов, бетонов, строительных смесей; производство керамических строительных материалов; производство тепло-, звуко- и гидроизоляционных материалов; изготовление декоративных, облицовочных, отделочных материалов; производство пеностеклокристаллических материалов.

Широкие возможности для переработки техногенного и вторичного сырья существуют в металлургической промышленности. Специфические особенности металлургических процессов позволяют обезвреживать токсичные отходы и перерабатывать неутилизируемые виды отходов пластмасс, резины, гальваношламы, отработанные масла, в результате чего также достигается экономия природного сырья.

Таким образом, отходоперерабатывающая отрасль позволит создавать новые виды продукции, способные успешно конкурировать с продукцией на основе природного сырья за счет высоких качественных характеристик в результате внедрения новых технологий. Для реализации новых технологических процессов создается новая специализированная

техника и оборудование. Кроме того, в связи с постоянно ужесточающимся природоохранным законодательством развивается направление обезвреживания токсичных отходов и услуги обезвреживания стоят все дороже. В рамках отрасли будут развиваться направления производства специального транспорта для перевозки различных типов отходов, специализированных емкостей для их хранения, геосинтетических материалов для укрытия полигонов и т.д. Таким образом, отрасль управления отходами может быть рассмотрена как одно из наиболее эффективных направлений диверсификации экономики Кузбасса.

УДК 628.47

К ПРОБЛЕМЕ УТИЛИЗАЦИИ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Мезенцева К.И., Тюменцева Е. К., Кузнецов Д. В.

Научный руководитель: к.б.н, доцент Игнатова А. Ю.

Кузбасский государственный технический университет
г. Кемерово

В современном мире с каждым годом растет количество бытовых отходов. В последние десятилетия проблема утилизации мусора стала настоящей проблемой больших городов. Чтобы не утонуть в грудах мусора и не отравиться продуктами его разложения, мусор необходимо утилизировать. В мире остро встал вопрос о «кризисе свалок», который заключается в отсутствии земли под складирование отходов.

Состав твердых бытовых отходов (ТБО) резко усложняется, включая в себя все большее количество экологически опасных компонентов. Отношение населения к традиционным методам сваливания мусора на свалки становится резко отрицательным. Законы, ужесточающие правила обращения с отходами, принимаются на всех уровнях правительства. Новые технологии утилизации отходов, в том числе современные системы разделения, мусоросжигательные заводы-электростанции и санитарные полигоны захоронения, все более широко внедряются в жизнь. Цены утилизации отходов резко возрастают.

По мере роста количества и разнообразия отходов, усложнения отношений, связанных с их утилизацией, были выработаны различные классификации и определения типов отходов. Некоторые из них были положены в основу национальных законов, регламентирующих порядок обращения с различными типами отходов. Отходы классифицируют как по происхождению: бытовые, промышленные, сельскохозяйственные и т. д., так и по свойствам. Самое известное разделение по свойствам, принятое в законодательствах большинства стран – это деление на «опасные» (т. е. токсичные, едкие, воспламеняющиеся и проч.) и «неопасные» отходы.

В состав бытовых отходов входят пищевые отходы, металлы, бумага, полиэтилен и т. д. Бумага и картон составляют наиболее значительную часть ТБО (до 40% в развитых странах). Вторая по величине категория ТБО в России – это так называемые органические, в т.ч. пищевые, отходы; металл, стекло и пластик составляют по 7-9% от общего количества отходов. Примерно по 4% приходится на дерево, текстиль, резину и т. д.

Пищевые отходы ущерба окружающей среде практически не наносят. Опасность для человека представляют гниющие пищевые отходы – источник болезнетворных микроорганизмов. Пищевые отходы утилизируются различными группами микроорганизмов. Конечные продукты разложения – тела микроорганизмов, углекислый газ и вода, время разложения 1-2 недели. Способ вторичного использования таких отходов – компостирование.

Металлолом. Материал: железо или чугун. Соединения железа ядовиты для многих организмов. Куски металлов травмируют животных. Пути разложения: под действием растворённого в воде или находящегося в воздухе кислорода медленно окисляется до оксида железа. Конечный продукт разложения - порошок ржавчины или растворимые соли железа. Скорость разложения: на поверхности почвы – 1 мм в глубину за 10-20 лет, в пресной воде – 1мм в глубину за 3-5 лет, в солёной воде – 1 мм в глубину за 1-2 года. Способ вторичного использования – переплавка. Наименее опасный способ обезвреживания: вывоз на свалку или захоронение. Продукты, образующиеся при обезвреживании: оксиды или растворимые соли железа.

Стеклотара. Битая стеклотара может вызывать ранения животных. В банках накапливается вода, в которой развиваются личинки кровососущих насекомых. Пути разложения: медленно растрескивается и рассыпается от перепадов температур; стекло постепенно кристаллизуется и рассыпается. Конечный продукт разложения: мелкая стеклянная крошка, по виду неотличимая от песка. Время разложения: на поверхности почвы – несколько сотен лет, в спокойной воде – около 100 лет. Способ вторичного использования - использование по прямому назначению или переплавка. Наименее опасный способ обезвреживания - вывоз на свалку или захоронение.

Изделия из пластмасс препятствует газообмену в почвах и водоёмах. Могут быть проглочены животными, что приведёт к их гибели. Медленно окисляются кислородом воздуха, разрушаются под действием солнечных лучей. При разложении пластиковые отходы выделяют ядовитые вещества. Конечные продукты разложения – углекислый газ и вода. Время распада – около 100 лет. Способы вторичного использования – пиролиз, добавка к исходному сырью при производстве пластика.

Батарейки являются наиболее ядовитыми отходами. Материал, из которого они изготовлены, – цинк, уголь, оксид марганца. Пути разложения: окисляются под действием кислорода. Конечный продукт разложения: соли цинка и марганца. Время разложения: на поверхности почвы – около

10 лет, в спокойной воде – несколько лет, в солёной воде – около года. Способ вторичного использования: цинк можно использовать для получения водорода, оксид марганца – для получения хлора. Наименее опасный способ обезвреживания: вывоз на свалку. Продукты, образующиеся при обезвреживании: соли цинка и марганца.

Традиционно бытовые отходы вывозились на свалки, расположенные вблизи населенных пунктов, и работающие за счет муниципальных бюджетов. Со временем вследствие постоянной угрозы здоровью населения, исходившей от свалок (отравление грунтовых вод, размножение переносчиков заболеваний, неприятный запах, дым от частых самовозгораний), во многих странах стали принимать более строгие правила их размещения, конструкции и эксплуатации. Отрицательное отношение населения и новые стандарты делали открытие новых свалок (или «полигонов по захоронению ТБО») все более сложным делом.

Ситуацию не изменило появление в начале 80-х годов мусоросжигательных заводов (МСЗ) «нового поколения» (снабженных высокотехнологичными устройствами очистки выбросов). МСЗ, подобно свалкам, были встречены населением в штыки из-за боязни диоксинов и других загрязнителей воздуха, а также из-за нерешенности проблем с захоронением токсичной золы, образующейся при сжигании ТБО.

В странах с развитым экологическим законодательством до половины капитальных расходов при строительстве МСЗ уходит на установку воздухоочистительных систем. До 1/3 эксплуатационных расходов МСЗ уходит на плату за захоронение золы, образующейся при сжигании мусора, которая представляет собой гораздо более экологически опасное вещество, чем ТБО сами по себе. Когда стоимость (а значит, и цена) утилизации отходов значительно возрастает, рынок утилизации начинает привлекать крупные частные компании. Такие компании в основном строят и эксплуатируют гигантские «мусороуничтожающие» предприятия, размещенные на дешевой земле вдалеке от городов, где производится наибольшее количество ТБО. Строительство таких предприятий обычно встречает гораздо большую враждебность местного населения, чем строительство муниципальных свалок, поскольку никто не хочет иметь под боком свалку «чужого мусора» из метрополии. Кроме того, свалка, принадлежащая частной компании, воспринимается населением, как правило, более враждебно, чем муниципальная свалка тех же размеров, расположенная в том же месте. Под давлением общественности политики настаивают на принятии более жестких стандартов, что в свою очередь увеличивает стоимость утилизации отходов. Это приводит к тому, что все большее количество отходов попадает в руки крупных корпораций, имеющих не только финансовые средства выполнить жесткие экологические стандарты, но и возможность преодолеть (не всегда законными средствами) сопротивление местных политиков при решении вопроса о размещении свалки (рисунок 1).

Рисунок 1 – Проблемы, связанные с ростом количества отходов.

Нами проведена оценка способов утилизации ТБО (таблицы 1,2,3).

Таблица 1 – Складирование отходов

Достоинства	Недостатки
Не требует постоянных и крупных капиталовложений.	Затраты на борьбу с последствиями губительного влияния свалок, т. е. на охрану природы, здравоохранение, во много раз превышают расходы на строительство заводов по переработке ТБО.
Места складирования отходов могут не обновляться десятилетиями	Под всё разрастающиеся свалки, уходят новые огромные территории. Количество свалок непрерывно увеличивается.
Позволяют единовременно избавиться от большого количества ТБО или промышленных отходов	Разлагающиеся на свалках ТБО и промышленные отходы проникают в почву, тем самым, заражая её. Ядовитые испарения загрязняют воздух. Попадающие в водоемы остатки ТБО губительно сказываются на состоянии воды, вредят флоре и фауне этих водоёмов. Все эти последствия негативно влияют на здоровье человека, нарушают обменные процессы в природе
Результаты разрушительного влияния свалок на природу не видны сразу.	Последствия разрушительного влияния свалок на природу могут оказаться необратимыми в будущем.

Наиболее эффективный способ утилизации – это вторичная переработка. Этот способ является не только экологически чистым, но и ресурсосберегающим.

В настоящее время в г. Кемерово работают два мусорных отвала: в Заводском и Кировском районах. Самый крупный из них находится в Заводском районе. Сюда привозят примерно 2300-2400 м^3 мусора в день. Местность свалочного полигона не ровная. Рядом со свалкой протекает речушка. Свалочный полигон расположен близко к жилому массиву и не огражден забором. Мусор на свалке частично закапывается, частично сжигается. Постоянно происходит возгорание мусора. Содержание объекта исследований, его месторасположение частично не соответствуют общим

критериям для полигонов ТБО, что приводит к загрязнению окружающей местности и атмосферы, несёт угрозу прилегающей флоре и фауне. Опасность представляет ещё и фильтрат, результат просачивания дождевой и талой воды, который попадает в грунтовые и поверхностные воды и в ближайшую речку. Обнаружено, что в снегу со свалки обнаружены ионы железа, ионы меди. Продукты сжигания мусора в виде сажи распространяются на огромные расстояния от свалки. Вещества, находящиеся в снегу, влияют на здоровье людей, проживающих вблизи со свалочным полигоном.

Таблица 2 – Захоронение отходов

Достоинства	Недостатки
Позволяет забыть о проблеме утилизации отходов. Создаётся видимость – если закопать ТБО, то они исчезнут.	Находящиеся в почве отходы отравляют её, попадая через подземные воды в водоёмы, представляют огромную опасность для человека и животных.
Не требуются новые огромные территории.	Подземные свалки незаметны, но на поверхности земли над ними почва отравлена и разрыхлена, она не пригодна ни для строительства, ни для земледелия, ни для выпаса скота. С поверхности почв над свалками часто испаряются едкие токсичные вещества.
Не требует постоянных и крупных капиталовложений.	Затраты на борьбу с последствиями губительного влияния захоронений отходов, т.е. на охрану природы, здравоохранение, во много раз превышают расходы на строительство заводов по переработке ТБО.

Таблица 3 – Сжигание мусора

Достоинства	Недостатки
Позволяет единовременно избавиться от большого количества мусора.	Ядовитые газы, выбрасываемые в атмосферу с дымом, провоцируют тяжелые заболевания у людей, способствуют образованию озоновых дыр.
Удобно в больших городах и на крупных предприятиях, так как позволяет избавляться от отходов по мере их поступления.	Из-за постоянных выбросов дыма в атмосферу над городами и предприятиями образуются плотные дымовые завесы.
	После сжигания отходов остаётся ядовитый пепел, который, впоследствии, тоже приходиться утилизировать одним из выше перечисленных способов.

В г. Кемерово действует планово-регулярная система удаления бытовых отходов. Твердые бытовые отходы собираются без предварительной сортировки, временное хранение отходов, перед их вывозом, осуществляется в контейнерах, вывоз отходов производится мусоровозами МП «Спецавтохозяйство».

В 2005 г. начат эксперимент по раздельному сбору ТБО, в ряде дворов установлены контейнеры для пластиковых бутылок, ветоши и макулатуры. Непосредственно на полигоне осуществляется отбор макулатуры,

полиэтилена, ПЭТ-бутылок, металлолома. В 2006 г. отобрано и реализовано 103,6 т макулатуры, 79,1 т металлолома, 36,6 т полиэтилена.

Деятельность по обращению с бытовыми отходами регламентируется Правилами утилизации и переработки бытовых отходов в г. Кемерово, утвержденными Кемеровским городским Советом народных депутатов в декабре 2002 г.

В настоящее время появилось новое направление хозяйственной деятельности – управление отходами. Термин «управление отходами» включает в себя организацию сбора отходов, их утилизацию (включая переработку, сжигание, захоронение и т. д.), а также мероприятия по уменьшению количества отходов. Реализация системы управления отходами обеспечит постепенное приближение техноэкосистем к природным экосистемам, что будет способствовать переходу к устойчивому развитию общества.

Библиографический список

1. Анализ и оценка экологической ситуации в г. Кемерово htttp://www.kemgorsovet.ru/2232:htm.
2. Материалы к государственным докладам «О состоянии и охране окружающей природной среды Кемеровской области», 2004-2008 гг.
3. Экология Кемеровской области. Статистический сборник г. Кемерово. – Кемерово, 2009 г – 307 с.

УДК 574 (571.17)

ЛЮБИМОМУ ГОРОДУ – ЧИСТОТУ ЗАПОВЕДНИКА. ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ В РАМКАХ ПРОВЕДЕНИЯ ОБЩЕРОССИЙСКОЙ АКЦИИ «ДНИ ЗАЩИТЫ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ»

Гридаева Л.В.

Кузбасский региональный институт развития профессионального образования г. Кемерово

Одним из ключевых условий устойчивого развития является экологическая культура, обеспечивающая гармоничные взаимоотношения общества и природы с учетом потребностей нынешнего и будущих поколений.

Экологическая культура выступает стратегической целью экологического образования. Для ее формирования необходимо создание и развитие государственной системы непрерывного экологического образования, воспитания и просвещения всех групп населения.

Государственная политика в области экологического образования должна осуществляться на федеральном, региональном и местном уровнях, затрагивать все звенья образовательной системы (дошкольное, школьное, среднее профессиональное, высшее, постдипломное, дополнительное).

Север Кемеровской области в 2008-2009 году занял первое место в рамках областной акции «Дни защиты от экологической опасности». Технология проведения общественных экологических акций является инновационной. Рассматриваемые формы и методы взаимодействия с населением, лежащие в основе данной технологии, формируют единое информационное пространство в области решения экологических проблем в регионе.

Популяризация всевозможных экологических акций, эколого-просветительская деятельность, непрерывное экологическое образование и воспитание способно сформировать экологическую культуру населения в регионе и понимание необходимости рационального природопользования во всех социальных слоях.

В ходе проведения акции была создана общественная экологическая организация «Истоки» и портал «Экология Мариинского района». Осуществлена работа общественностью по защите соснового бора в районе спиртового комбината, разрабатываются положения о создании заповедной части этого уникального уголка и экологическая тропа, которая явится иллюстрацией к изучению объектов живой природы для школьников и студентов. В акциях принимают участие разновозрастной коллектив школьников и студентов, работники правоохранительных органов, работники культуры, различные структуры бизнеса. Результативность акции – это социализация и оздоровление населения, формирование экологической культуры и здорового образа жизни. Материалы акции были представлены в областной комитет природных ресурсов и вызвали интерес г. Мариинску на всероссийском уровне, это есть позиционирование и продвижение родного города. Работая в этом направлении с бизнес структурами общественностью, поддерживается участие и публикации в конференциях и семинарах различного уровня, а ведь это тоже реклама города и его главного стратегического направления – туризма. В программе развития города есть блок по управлению отходами: для города, который является центром Севера Кузбасса и постепенно находит свое место в структуре туристического бизнеса – это актуально. 20-22 октября 2010 г. в г.Новокузнецке состоится международная конференция «Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия Кузбасса». Планируемые мероприятия конференции будут интересны для структур, которые собираются заниматься этой отраслью бизнеса, а администрация создаст условие для участия.

Основные недостатки существующей системы в г.Мариинске по обращению с бытовыми отходами. Загрязнение окружающей среды в районе (почвы, воды, воздуха) бытовыми отходами, в том числе: скверов,

улиц, парков, пригородных лесов; инфильтрация в подземные горизонты вместе с дождевыми осадками токсических веществ от неузаконенных свалок. Загрязнение воздуха продуктами гниения отходов.

Достаток эстетически непривлекательных, захламленных мусором городских территорий. Создаются условия, при которых люди привыкают к антисанитарному образу жизни и не замечают грязи от выброшенных отходов, нарушают правила санитарии, уверены в своей безнаказанности и вольно или невольно воспитывают детей на своем примере.

Воспитывается отношение людей к отходам не как к источнику дополнительной энергии и сырья, а как к чему- то совсем бесполезному и ненужному.

Создаются условия, при которых муниципалитет и граждане несут затраты на бесконечную уборку стихийно образованных свалок и их рекультивацию, издержки, связанные с заболеванием людей в результате антисанитарии и т.д.

Существуют также неучтенные потери от неиспользования материалов и энергии, содержащихся в отходах, и будущее издержки, связанные с будущим дифференцированием отходов по типам, но уже на свалках и т.д.

В рамках общероссийских Дней защиты от экологической опасности с апреля по июнь практически во всех регионах страны проводятся экологические субботники. С каждым годом все больше появляется красивых мест для отдыха горожан (аллея у КДЦ «Юбилейный», площадь перед городской поликлиникой, часовенный комплекс Анастасии Узорешительницы, привокзальная площадь и др.). Ежедневно служба благоустройства убирает кучи мусора после «отдыха» мариинцев, которые, наверно, не знают, что чисто не там, где убирают, а там, где не мусорят. Молодому поколению, нужно помнить, что чистота и порядок больше зависят не от денег, а от силы истинной любви к родной земле, от уважения собственного человеческого достоинства. У каждого города есть серьезные проблемы с содержанием чистоты. Нашему городу не хватает культуры самих жителей, а не только урн и дворников. И если мы сами не будем следить за собой, то даже огромное количество людей, занимающихся уборкой улиц, не сделает наш Мариинск действительно чистым.

За 500 лет до нашей эры, в Афинах был издан первый из известных эдикт, запрещающий выбрасывать мусор на улицы, предусматривающий организацию специальных свалок и предписывающий мусорщикам сбрасывать отходы не ближе, чем за милю от города.

Предлагаем нашим депутатам как это делается в других регионах принять санитарно-экологические правила, так называемый «Кодекс чистоты», который бы действовал на территории нашего города.

Акции формируют активную жизненную позицию молодежи. Появляются молодежные отряды, которые занимаются озеленением старого города. Муниципалитет и его сотрудники являются активными участниками осенне-весенних работ по посадке саженцев и очистке города от мусора.

Наблюдается положительная динамика у жителей города в отношении к окружающей их среде, исчезает безразличие. Бизнес структуры принимают участие в разработке проектов озеленения и оздоровления культурных ландшафтов. Фотовыставки, выставки прикладного творчества используются в ходе акций как информация о деятельности общественных организаций. Используя рекреационный ресурс Мариинского района, выстраиваются новые отношения бизнес – структур, населения и природы, понимая, что сохранение окружающей среды и формирование экологической культуры это те приоритеты, которые помогут использовать природное наследие привлекая инвестиции в Мариинск сохраняя при этом устойчивое развитие природы и общества.

Библиографический список

1. Гридаева, Л.В. Основы экологической культуры: человек и его здоровье [Текст]: метод. Пособие / Л.В.Гридаева, В.С.Гридаева, Н.Ф.Михеева. – Кемерово: Кузбассвузиздат, 2006. – 135 с.
2. www.ecokem.ru сайт областного комитета природных ресурсов Кемеровской области.
3. www.mariinsktur.ru сайт музей – заповедник Мариинск – исторический.
4. Знай, люби и охраняй родную природу: общественная экологическая организация «Истоки» [Электронный ресурс] / www.istoki2006muk.narod.ru. – Режим доступа: htpp//www-istoki2006muk.narod. – свободный.

УДК 504.064.45(43)

ИСТОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ ЗА РУБЕЖОМ

Баев Д.А.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Первый известный эдикт, запрещающий выбрасывать мусор на улицы, был издан в Афинах в 5 веке до нашей эры. Он предусматривал организацию специальных свалок и предписывал мусорщикам сбрасывать отходы не ближе чем за милю от города. Подобно многим греческим изобретениям, такая практика утилизации отходов была забыта в средние века. Жители продолжали выбрасывать мусор в окно вплоть до 14 в. Мусорный кризис проявил себя несколькими веками позже, когда тысячи людей стали переселяться в промышленные города с тем чтобы получить работу. Городские власти законодательно предусмотрели ответственность нарушения в области сбора и утилизации отходов. Мусор вывозили за городские ворота и просто складировали на различных хранилищах в сельской местности. В результате роста городов свободные площади в их окрестно-

стях уменьшались, а неприятные запахи и возросшее количество крыс, вызванное свалками, стали невыносимыми. Отдельно стоящие свалки были заменены ямами для хранения мусора, однако они способствовали загрязнению подземных вод. Предложено было сжигать мусор в печах. Первое систематическое использование мусорных печей было опробовано в Нотингеме, Англия, в 1874 г. Сжигание сократило объем мусора на 70-90 %, в зависимости от его состава, поэтому данный способ нашел свое применение по обе стороны Атлантики. Густонаселенные и наиболее значимые города вскоре внедрили экспериментальные печи, но затраты не везде были оправданы. Многие города, которые применили эти печи, вскоре отказались от них - из-за ухудшения состава воздуха. Захоронение отходов оказалось в числе наиболее популярных методов решения данной проблемы. В США до сих пор до 90 % отходов закапывается. Эта практика заставила людей во многих населенных пунктах страны прекратить потребление воды из колодцев в виду ее загрязнения.

Одним из негативных явлений хранения бытовых отходов является выход газа метана. Желая уменьшить этот риск, власти Чикаго с августа 1984 г. объявили мораторий на разработку новых площадей под свалки до тех пор, пока не будет разработан новый вид мониторинга, с тем, чтобы контролировать образование метана.

Метан - горючий газ, образующийся в процессе разложения органических соединений. Если не проконтролировать его образование, возможен взрыв. Метан сейчас добывается в местах захоронения отходов при помощи труб, вставляемых внутрь захоронений. После очистки газ может быть использован в качестве топлива. В США уже работают 40 таких станций. Крупнейшая из них расположена во Фреш Килс на Стэйтен Айлэнде, там получают 5 млн. куб. м газа в день и продают Бруклинской газовой компании. Этим количеством газа можно отопить 50000 домов. Запасов газа должно хватить на долгие годы.

По сведениям Д. Мориса и Н. Селдома, сотрудников Института местного самоуправления США за 1984 год, половина всех городов США израсходовала бы все свои ресурсы для свалок к 1990 г, поэтому властям еще ранее пришлось подумать о том как рациональнее использовать свои отходы. Площадей становится все меньше, и цены на них растут. Экологическая утилизация требует высоких экономических затрат. В Миннеаполисе, штат Миннесота, цена на захоронение 1 т отходов возросла за 6 лет с 5 до 30 долларов. К 1990 г. власти Калифорнии заплатят 1 млрд. долларов за то, чтобы избавиться от своего мусора. Филадельфия с населением в 6 млн. человек исчерпала площади для захоронения отходов, их вывозят в штаты Огайо и Южную Виржинию. С 1980 по 1987 гг. стоимость утилизации отходов возросла с 20 до 90 долларов за 1 т. Такой быстрый рост цен заставил муниципальные власти Филадельфии начать перегово-

ры об экспорте мусора на Антильские острова. Эта акция, которой долгое время опасались экологи, показывает, что такое отношение может привести к превращению стран третьего мира в свалку отходов развитых стран. Установлено, что цена утилизации увеличивается на 1 доллар с каждой милей, на которую перевозят 1 т мусора. М. Хинчей утверждает, что слабым звеном во всей нынешней системе утилизации отходов является ценообразование на рынке вторматериалов. Из-за заниженных цен на земли под свалки, предприятия, сбрасывающие отходы, и их коллеги в муниципалитете не испытывают большого желания копаться в отходах, выискивая ценные для переработки материалы или вкладывать деньги в их переработку. Он предлагает повышать цены на сброс мусора в зависимости от массы выброшенного материала.

Нехватка новых мест для сброса отходов, а также их растущий объем заставляют искать все новые методы их утилизации. От Аляски до Флориды с 1970 г. действует технология переработки отходов в энергию на специальных станциях. В 1986 г. на конференции мэров США было объявлено о существовании 69 таких станций, а также о строительстве в ближайшее время еще 61. Большинство из них используют технологию сжигания общей массы, то есть топливом служит мусор, который не перебирали и который краном переносится в специальную печь. Другие применяют технологию, где топливом служит мусор, из которого удалены металлы и стекло, и в который добавили немного угля. На некоторых подобных станциях также отделяют определенные, имеющие низкие теплотворные способности, органические отходы, с тем чтобы использовать в качестве удобрений. Технология массового сжигания является наиболее привлекательной - из-за отсутствия высоких требований к топливу, и поэтому они могут быть переданы в частные руки - при гарантированном спросе на энергию. Закон США 1978 г. требует от государственных энергокомпаний покупать электричество по сходной цене у частных производителей. Компании активно предлагают на рынке новые, работающие на сжигании мусора электростанции. Последние могут покрыть нужды в электричестве целых городов и поглотить 100-3300 т мусора в день. Рынок больших и малых подобных электростанций растет. Около 25 таких электростанций объемом потребления в 1500 т мусора в день уже работают сейчас либо находятся в стадии завершения строительства. Об их эффективности можно судить по следующим данным: чтобы сжечь весь пригодный к сжиганию мусор нужно 12 станций мощностью по 1500 т в день. Приверженцы рассмотренных электростанций обращаются к международному опыту их использования. Около 350 таких станций работает в Бразилии, Японии, на территории бывшего СССР и в разных странах Западной Европы, где находится около половины всех этих станций. В Дании, Японии, Швеции и Швейцарии более половины всего мусора сжигается, но лишь часть его

служит для выработки электричества. Гораздо большее их число предназначены для получения пара, идущего на отопление жилых домов и предприятий. С 1970 г. количество электростанций, работающих на мусоре, в Японии увеличилось в 4 раза. В США лишь 3 % отходов сжигается. Приверженцы данной технологии считают, что к концу столетия их объем возрастет до 40 %.

Однако скептики убеждены, что после их открытия появятся новые проблемы с сжиганием мусора, содержащего хлор. При выбросе их молекулы группируются в химические соединения, известные как диоксиды. Некоторые диоксиды - среди наиболее токсичных из известных веществ. Замечено, что они ослабляют иммунную систему, делая ее менее стойкой к воздействию вирусов, и влияют на кожный покров.

С февраля 1985 г. по июль 1986 г. Швецию обязали ввести мораторий на строительство мусоросжигающих печей для проведения инспекции и расследования их влияния на здоровье. Дания объявила такой же мораторий. Эпидемиологические исследования выявили высокий уровень диоксидов в молоке матерей, и специалисты отнесли этот факт к последствиям вредных выбросов мусоросжигающих печей. Вопросы, связанные с выбросами, не найдя точного ответа, только подогрели споры ученых по обе стороны баррикад. Пока не получено однозначного решения по поводу влияния диоксидов на здоровье людей, муниципальным властям сложно будет принимать проекты электростанций, работающих на отходах.

В таких городах, как Нью-Йорк, где мест для утилизации отходов становится все меньше, руководители, отвечающие за поддержание чистоты, ищут пути быстрого решения проблемы. И они намерены построить сначала 5, а позднее еще 3 электростанции общей перерабатывающей способностью около 17,850 т в день. Первые пять с общей перерабатывающей способностью 11,200 т в день предполагается построить одновременно. До того, как будут получены первые опытные данные, государство заплатит 1,5 млрд. долларов. Это очень рискованная затея. Инвестиции таких масштабов требуют тщательного планирования, и внедрение этой относительно новой технологии не должно проводится чересчур быстрыми темпами. Разумнее было бы получить первые результаты на одной из таких печей, а потом планировать постройку остальных.

В США нет общенациональных стандартов и норм качества выбросов мусорных печей так же, как нет норм допустимой концентрации диоксидов в них. В 1986 г. Швеция стала первой страной, принявшей допустимые нормы концентрации диоксидов в воздухе. В ФРГ 11 основных загрязнителей окружающей среды регулируются государственными стандартами и нормами и в случае если печь, нарушающая эти нормы в течение часа, не прекратит чрезмерные загрязнения, то она будет немедленно закрыта. Управляющие любых рангов, которые умышленно нарушают

нормы выброса, могут получить до 2 лет тюрьмы. Так как состав выбросов печей зависит от состава самого мусора, температуры самой печи и многих других вещей рабочие и управляющие, работающие на таких предприятиях в Германии и в Швейцарии перед тем как начать работу проходят 2,5-летнюю специальную подготовку. Если бы также поступали и в других странах, сжигающих мусор, то качество выбросов улучшилось бы.

Большую озабоченность вызывают выбросы, содержащие кислотные газы и тяжелые металлы. Поэтому мусорные печи нуждаются в специальных фильтрах, защищающих атмосферу от кислотных выбросов. Тяжелые металлы в виде пепла и в виде пыли могут попасть в атмосферу и другими путями, поэтому многие материалы, которые при сожжение выделяют ядовитые вещества, в Швеции относят к опасным отходам со всеми вытекающими от сюда последствиями. Калифорния собирается принять те же меры. Опасаясь неблагоприятных последствий пепел с двух филадельфийских печей отказываются принимать от Нью-Джерси до Джорджии. И лишь после отчаянных поисков муниципалитету удалось заключить контракт с норвежской фирмой на доставку пепла в Панаму. Цена перевозки одной тонны составила 32 доллара, что сопоставимо с ценой захоронения в США.

Сбор, транспортировка и утилизация отходов стоит городам от 30 до 100 долларов за тонну. Поэтому утилизация твердых отходов - большая и постоянно растущая расходная статья городского бюджета. «Купил, потребил, выкинул»- такое мышление по отношению к товарам так сильно укоренилось в человеческом сознание, что даже переход от свалки к мусорным печам считается радикальным. Необходимость сокращения количества отходов, их переработка вынуждает искать не только новые подходы, но и вовлекать все большее количество средств, что далеко не так просто, особенно в нашей стране. Но, несмотря на все препятствия, все большее количество городов активно внедряют в свои планы борьбы с отходами их переработку. Эти города не тратят свои деньги на захоронение, а, наоборот, зарабатывают их через продажу вторматериалов. Эти программы вырастают за пределы городов в виде заработанных денег, произведенной энергии, материальных ценностей и сохраненной нетронутой окружающей среды.

Мировой опыт использования отходов. Далеко не все почему-то могут, а главное хотят понять, что мусор нужно не уничтожать, а использовать. Местные власти, не имея средств, пытаются хоть как-то решить проблему отходов в то время как нельзя подходить к ее решению как к борьбе с мусором, ставя задачу любой ценой избавиться от него и поскорее выбросить на свалку или сжечь. Это экологически вредно и экономически нецелесообразно, поскольку мы имеем дело с комплексным сырьем, содержащим целый ряд ценных компонентов.

Ученые **США** подсчитали, что металлы, извлеченные из твердых отходов, могут обеспечить национальную потребность в железе на 7 %, в алюминии на 8 % и в олове на 19 %. На местном уровне предпринимается ряд мер по сокращению количества мусора: так в Миннеаполисе и Сент-Поле запрещено продавать продукты питания в пластиковой оболочке, которая не разлагается или не может быть переработана. Примерно полмиллиона семей США выбрасывают стеклянные, бумажные или алюминиевые отходы в раздельные контейнеры, которые затем доставляются на предприятия по переработке определенного мусора. Что касается стекла, то 98 % от всего объема произведенного в стране перерабатывается. Большинство сообществ США используют комбинированную программу переработки - упаковка из-под пищевых продуктов и бутылки из-под напитков собираются вместе. Далее они разделяются уже непосредственно на фабрике по переработке.

Парламент штата Миссури принял закон о финансовой поддержке охраны воды и почвы, национальных парков и сохранения древесины. Такой же закон был принят и в отношении мусора. В 1990 г. Генеральная ассамблея штата поддержала уменьшение количества отходов, вывозимых на свалки поправками в закон о твердых бытовых отходах. В нем устанавливалось 1998 целей по снижению до 40 % количества мусора, поступающего на свалки. Кроме этого был издан запрет на захоронение на полигонах таких отходов, как аккумуляторные батареи, отработавшее масло, автомобильные покрышки. Закон заставил жителей штата и местных бизнесменов внимательно посмотреть на образующиеся отходы и разработать методы по уменьшению, восстановлению и переработке как можно большего количества отходов, естественно предусмотрев серьезный карательный механизм, который в случае чего защитил бы благое начинание (вот он положительный опыт США, который следует перенимать!) Это стимулировало развитие компаний по переработке мусора и, соответственно, создание новых рабочих мест. Закон 1990 года поделил штат на 20 районов, в которых в зависимости от местной специфики внедряется своя, особая система управления отходами. Совместно с районированием, был создан совет по управлению отходами. В его задачу входит политическое управление по всему штату и организация программ. Закон также установил финансовую структуру для целей управления программой за счет налогообложения свалок. Деньги собираются в специальный фонд, который осуществляет финансирование и координацию программ. Для развития системы переработки автомобильных покрышек был введен специальный налог в размере 50 центов с каждой продаваемой покрышки. За счет всех мероприятий в фонде ежегодно аккумулируется более 7 млн. долларов, которые распределяются следующим образом:

- 1 млн. долларов направляется на продвижение товаров, полученных путем переработки, на рынке;

- 1,5 млн. долларов распределяется по 20 районам, которые затем перераспределяют их для дальнейшего уменьшения отходов;

- 1,1 млн. долларов распределяется властями штата;

- 1,5 млн. долларов - запас на особые проекты.

- остальные 4 млн. 350 тыс. долларов распространяются на уровне штата. Из этой суммы финансируются компании, занимающиеся переработкой, и местные администрации.

Программа штата по поддержке рынка товаров из вторсырья подразумевает следующее:

- производители получают прямую финансовую помощь для приобретения оборудования;

- производители получают техническую помощь, информацию о рынках;

- продукция из вторсырья продвигается на рынке благодаря кампании «Покупай переработанное», которая является частью национальной коалиции переработчиков.

Германия. Жители ФРГ выбрасывают на помойку ежегодно более 40 млн. тонн отходов, половину из которых составляет домашний мусор. Раньше в Германии, как и сейчас в России, все сваливали в кучу и несли в серую бочку. Потом стали делить отходы: стекло к стеклу, бумагу к бумаге. Бочки должны стоять недалеко от домов, но не далее 15 м от проезжей части, чтобы облегчить работу мусорщикам. В серую бочку теперь несут только остаточный мусор, старые газеты, журналы и картонные коробки. В желтую бочку выбрасывают банки, бутылки, полимерную и бумажную, а также частично металлическую упаковку, на которой стоит «зеленая точка». Зеленая бочка предназначена для биоразлагаемых пищевых отходов, которые перерабатываются в компост. В ближайшее время ожидается введение в использование голубой бочки для бумаги и картона. Эти бочки, стоящие перед входом в дом или подъезд, опустошаются раз в две недели специальными машинами, принадлежащими сообществу или его уполномоченному на вывоз городского мусора предприятию. Население оплачивает эти услуги в размере нескольких сот марок в год, причем эта сумма не зависит от количества извлеченного из бочек мусора, так что выбрасывать мусор куда-то еще у населения нет ни малейшего стимула, напротив, подобные действия караются высокими штрафами.

Лишнюю стеклянную тару, которая по каким-либо причинам не попала в желтую бочку для упаковок, необходимо относить в большие контейнеры, также расположенные в нескольких точках каждого района. Зеленые, белые и коричневые бутылки сортируются на месте. Лекарства с просроченной датой принимают аптеки. Для старых батареек есть прием-

ные пункты в любом супермаркете. О вывозе холодильников нужно договариваться заранее. Мусор, собранный в городе, в зависимости от расстояния между территорией сбора и полигоном, доставляется или непосредственно на полигон, или в центр по сортировке, или на мусороперегрузочную станцию, где посредством мусороприемника на несколько десятков тонн со встроенным гидравлическим прессом осуществляется перегрузка мусора в большие (грузоподъемностью 24 - 40 тонн) автоконтейнеры с целью сокращения транспортных расходов при перевозке на большие расстояния. В центрах по сортировке собранные упаковочные материалы сортируются вручную. Гарантами материальной утилизации собранного вторичного сырья выступают:

- стекольная промышленность - собранная стеклянная тара;
- общество по утилизации бумаги - бумага и картон;
- общество по утилизации использованной упаковки из искусственных материалов - полимерные пленки, баночки, тюбики и бутылки, а также пенопласт;
- металлургическая промышленность - белая жесть;
- немецкое общество по утилизации упаковки из алюминия - алюминий;
- компания «Картон» - упаковки из картона, комбинированного с другими материалами.

В небольших городах Рурского региона Германии население привозит накопившийся у него мусор, предварительно рассортированный дома, на специальную площадку, расположенную на территории ближайшего полигона, и бросает мусор в соответствующие контейнеры:

1. **Особые отходы**. Их прием осуществляется бесплатно для населения. Имеются контейнеры для: красок и лаков, просроченных лекарств и косметики, старых масел, батарей для электронных и электрических приборов, старых химикатов, средств защиты растений, аэрозольных упаковок, вышедших из строя ртутных ламп.

2. **Вторичное сырье**, подлежащее переработке. Имеются контейнеры вместимостью несколько тонн для: бумаги, картона, лома цветных металлов, лома алюминия, вышедших из строя электронных и электрических приборов, вышедших из строя холодильников.

Кроме того, установлены контейнеры меньшей вместимости для: пенопласта, полимерных пленок, древесины (остатки мебели и т.п.).

3. **Остаточный** (нестандартный) мусор и строительные отходы.

4. **Садовые отходы** (трава с газонов, ветки от кустов, опавшие листья и т.д.), предназначенные для компостирования, сваливаются населением на компостную площадку.

К раздельному сбору мусора бюргер привык. Но нельзя сказать, что в этом отношении царит сплошная идиллия. С ростом благополучия про-

блема бытовых отходов усложняется. То фирмы начинают требовать, чтобы потребитель мыл стаканчики от йогурта перед тем, как отнести их на помойку. То изготовители тары отказываются платить пошлину за лицензию на право переработки. Технические службы и «ведомства чистоты» есть во всех городах. Устранение мусора в целом законодательно регулируется на правительственном уровне, конкретные же способы разрабатывают муниципалитеты, которые могут при этом пользоваться и услугами частных фирм.

Условия всегда диктует городской совет. Сначала он объявляет конкурс для желающих получить заказ на уборку города, потом выбирает самый оптимальный вариант. Собирать мусор нужно в определенном ритме, бесплатно предоставляя в распоряжение населения бочки. Для муниципалитета устранение мусора - занятие неприбыльное: сколько тратится на уборку улиц и зарплату сотрудникам «ведомства чистоты», столько же платит население за вывоз контейнеров. Но таков заведенный порядок, и, похоже, он устраивает всех.

Швейцария. На улицах Женевы муниципальная служба вторсырья расставила металлические контейнеры для битых и нестандартных бутылок, причем стекло сортируется по цвету: белое, зеленое, коричневое. Для этого на контейнерах имеются соответствующие надписи. Для отработанных батареек вокруг крупных магазинов и школ ставят «скворечники» - небольшие ящики. Подсчитано, что 80% проданных в стране батареек вновь возвращаются жителям. Женевцы собирают и бытовой алюминий: крышки от молочных бутылок, оберточную фольгу от шоколада. В городе создана инициативная группа «Не растрачивай алюминий», которая распространяет листовки, призывающие граждан включиться в эту акцию.

Япония. С середины 80-х годов в условиях роста масштабов и темпов развития экономики и потребительской активности Япония стала свидетельницей резкого увеличения выбросов мусора почти до 450 млн. тонн ежегодно. Примерно 64 % этого мусора считается бесполезным, несмотря на то, что его можно использовать повторно. С увеличением как количества, так и разнообразия мусора выросли до предела и размеры различных участков для обезвреживания и окончательного удаления отходов. Концепция Министерства внешней торговли и промышленности об обществе без отходов (с нулевыми отходами) способствовала реализации двух начальных программ, призванных ознаменовать вступление японского общества в новую эру. В 1992 г. в стране начал действовать закон «О стимулировании использования вторичного сырья». Вторая программа – закон «О стимулировании сортировки при сборе и повторном использовании тары и упаковочных материалов», который вступил в действие в апреле 1997 г. Он должен способствовать эффективному использованию отходов за счет разграничения сфер ответственности. Потребители будут выбра-

сывать сортированный мусор, местные власти организуют сортировку при его сборе, а на предпринимателей ляжет ответственность за повторное использование тары и упаковочных материалов.

Швеция. Для жителей 288 коммун Швеции становится довольно привычным делом сортировать мусор уже дома, под кухонной раковиной. Семья, живущая в отдельном доме, платит половинный тариф за вывоз мусора, если подписывает обязательство сортировать пластик, жесть, стекло и бумагу, а также компостировать органические отходы. Вредные отходы выносятся в специальном красном контейнере непосредственно перед сбором мусора. Сбор мусора производится раз в две недели машиной с автопогрузчиком, так что рабочим даже не нужно выходить из кабины. В многоквартирных домах сбор мусора происходит следующим образом. В мусорные контейнеры выкидывается все, кроме того, что положено нести в специальные емкости для жести, пластмассы и т.п. Вредные отходы относятся на специальные экологические станции, которые могут находиться, например, на бензоколонке. На станции размещают контейнеры зеленого и красного цвета для аккумуляторов и батареек. В контейнеры или шкафы светло-голубого цвета выбрасывают фотохимикаты, остатки краски, аэрозольные баллончики, использованное машинное масло, растворители и люминесцентные лампы. Старые газеты забираются раз в неделю. Их собирают в пакеты и выставляют за дверь. В ряде мест располагаются специальные «газетосборники». Алюминиевые банки возвращаются в супермаркеты, за них там выплачивается залоговая стоимость. Стекло выбрасывается в специальные контейнеры белого и зеленого цвета, в которые выбрасывается соответственно прозрачное и зеленое стекло.

В **Великобритании** с 1990 г. введена директива: не менее 70 % пищевых пластиковых емкостей (бутылок, стаканов, пакетов, блистерных упаковок и др.) должно подвергаться переработке. Одна из последних директив правительства добиться к 2000 г. переработки всех производимых бытовых и промышленных отходов пластмасс. В сборе и переработке пластика задействовано более 100 компаний. Опыт организации сбора алюминиевых банок в школе Mitchells House, Белфаст: В школе ежегодно обучается около 70 человек, каждый из которых использует специальные мусорные корзины для сбора алюминиевых банок. Из числа учащихся назначается 10 человек, в обязанности которых входит очистка корзин, координация сбора банок, связь с жителями близлежащих домов, которые тоже вовлекаются в сбор банок. Первоначально сортировка банок осуществлялась непосредственно в здании школы, но позднее, когда объемы собираемого алюминия увеличились, школа стала отправлять банки в центр по переработке. Эта схема работает уже более 6 лет. Интерес учащихся увеличился после того, как они приняли участие в неделе охраны окружающей среды и в акции «CASH FOR CAN». Каждый школьник заработал

на этом около 5 фунтов. Их энтузиазм сменился на коммерческий интерес: они собирают больше банок, чтобы больше заработать.

Изучая Европейский опыт по сбору и переработке отходов можно сделать следующие выводы:

- первый законодательный эдикт о запрещении выбрасывания мусора на улицу был отмечен в Афинах еще в 5 веке до нашей эры. Особенно эта проблема обострилась, начиная с 14 века, когда формировались промышленные города и региона, в которых росло население;

- установлено, что отходы занимают все больше площадей, растут колоссальные затраты. Появился опыт использования газа метана, образующегося в местах захоронения отходов;

- первое сжигание мусора отмечено в Англии (1874 г.) с применением специальных печей и станций, технология работы и конструкция которых совершенствуются по сей день. Существует технология получения электроэнергии;

- при сжигании твердых отходов появились новые экологические проблемы. Установлено, что при этом выделяются ядовитые вещества, например, который переходит в некоторые токсичные диоксиды, ослабляющие иммунную систему человека. Эти закономерности требуют дополнительных исследований;

- разрабатываются и вводятся законодательные нормы по ПДК вредных веществ после переработки отходов;

- из рассмотренного мирового опыта переработки видно, что комплексный подход с участием в решении этой проблемы каждого человека, от тех, от кого зависит выход законов, выделение средств на строительство перерабатывающих станций, до каждого обывателя. Необходимо формирование высокоразвитого экологического сознания. Люди должны на стадии освобождения от отходов подвергать их тщательной сортировки (стекло, пластик, жесть, бумага, биоотходы). Специальные отходы (алюминий, отработанные батарейки и т.п.) необходимо собирать в специальные контейнеры. Для этого не зря в Японии существует программа №1 – Закон «О стимулировании использования вторичного сырья», программа №2 – «О стимулировании тары и упаковочных материалов»;

- необходимо привлекать к этой работе школьников, студентов, стимулировать их работу по сбору, сортировке отходов, проведению разъяснительной работы среди населения. Нужно начать с того, что надо иметь разнообразие контейнеров и систематически вывозить их содержимое. Для переработки последних выделять средства для строительства перерабатывающих станций, совершенствовать технологию до полной переработки отходов при выделении вредных веществ в пределах ПДК.

УДК 504.03.(430)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА В ГЕРМАНИИ

Потеряева Н.Б., Баев Д.А.

Сибирский государственный индустриальный университет»

г. Новокузнецк

В 1986 г. в Германии было создано собственное Министерство окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов. Широкие полномочия в области охраны окружающей среды имеют также согласно конституции 16 федеральных земель, равно как города и общины страны. У германского населения в целом сформировалось высокоразвитое экологическое сознание, оно с пониманием относится к потребностям охраны окружающей среды. Это проявляется, среди прочего, также в том, что более четырех миллионов немцев являются членами экологических и природоохранных союзов и организаций Европы. В соответствии с Амстердамским договором, вопросы окружающей среды являются существенным и имеющим не последнее значение фактором интеграции в рамках Европейского Союза.

Основными принципами государственной политики в области охраны окружающей среды в Германии являются следующие:

– **принцип профилактики** заключается в том, чтобы заблаговременно избегать загрязнения окружающей среды. Это означает не только то, что государство, выявив опасности, должно вставать на защиту окружающей среды, используя и уговоры, и запреты. Это означает, например, что и при отсутствии конкретной опасности следует сводить к минимуму вредные воздействия на окружающую среду;

– **принцип виновного** представляет собой рыночный инструмент охраны окружающей среды. Он основывается на предпосылке, согласно которой издержки по устранению загрязнения окружающей среды должен брать на себя тот, кто несет ответственность за его возникновение. Так, покупатель, приобретая какой-либо товар, может оставить упаковочный хлам в магазине. Этот принцип пробуждает инициативу и творческий потенциал, необходимые для разработки щадящих окружающую среду и в то же время оптимальных по стоимости технологий;

– **принцип кооперации** означает, что государство осуществляет свои цели в области охраны окружающей среды в согласии со всеми общественными группами. Добровольным соглашениям отдается преимущество перед законами и постановлениями. Это не означает, что государство отказывается от полномочий, которыми наделяют его конституция и законы. Приведем показательный пример того, как действует принцип кооперации.

Германия стала первым в мире государством, полностью отказавшимся в 1994 г. от использования хлорфторуглеродов, наносящих вред озоновому слою в околоземной атмосфере и применявшихся в качестве репеллентов и хладагентов. Производители товаров, в которых использовались хлорфторуглероды, добровольно сократили установленные государством предельные сроки их применения. Отказ от них стал рекламным ходом и одновременно аргументом для покупателей. Говоря другими словами, социальная рыночная экономика должна иметь экологическую направленность. Это означает, что требования охраны окружающей среды должны стать в первую очередь составной частью энергетической, транспортной, экономической и градостроительной политики. В качестве инструмента для достижения этой цели Федеральное правительство использует экологическую налоговую реформу, предусматривающую повышение налогов на потребляемую энергию, например, на бензин для автомобилей. Полученные таким образом дополнительные доходы используются для уменьшения накладных расходов по заработной плате взносов в фонды обязательного страхования на случай болезни, пенсионного страхования и страхования на случай безработицы, что снижает стоимость рабочей силы и, следовательно, повышает конкурентоспособность экономики в мировом масштабе.

Меры национальной программы защиты климата служат сохранению земной атмосферы за счет неуклонного снижения выбросов вредных веществ в воздух. Основополагающее значение имеют при этом обязательства, взятые на себя участниками Всемирной конференции по изменению климата в Киото в 1997 г., и принятые в их развитие соглашения в рамках Европейского Союза (ЕС). К 2005 г. эмиссия углекислого газа, в значительной мере способствующего потеплению климата, должна сократиться в Германии на четверть по сравнению с уровнем 1990 г. Кроме того, Федеративная Республика в партнерстве со странами Европейского Союза обязалась уменьшить в период с 2008 по 2012 год эмиссию других парниковых газов (метана, закиси азота, гексафторида серы, также перфторированных и частично галоидированных углеводородов) на 21 % по сравнению с уровнем 1990 г. Эти договоренности уже сегодня оказывают мощное практическое воздействие. К 1999 г. эмиссия углекислого газа сократилась на 15,5%. Если учесть еще пять других парниковых газов, то выброс вредных веществ в атмосферу уменьшился в сравнении с 1990 г. на целых 18,6%. Сравнительно большой вклад в эти успехи внесла промышленность. По сведениям Федерального министерства окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов, промышленность в период с 1990 г. и по настоящее время сократила выбросы углекислого газа в атмосферу практически на треть. Энергетики, которые по-прежнему эксплуатирует тепловые электростанции, работающие на угле, добились снижения эмиссии отработанных газов на 16%. Только в санацию энергетических мощно-

стей и производственных установок эксплуатационники инвестировали до сих пор более 50 миллиардов марок. Это самая большая инвестиционная программа в германской истории. История успеха в зеркале статистики в 1970 г. на территории старой. Федеративной Республики (Западная Германия) выбрасывалось в окружающую среду 3,75 миллиона тонн двуокиси серы. Уже в 1990 г., то есть в показательном году с точки зрения усилий по снижению эмиссии вредных веществ в настоящем и будущем, выбросы двуокиси серы составляли всего 0,94 миллиона тонн; еще в 1970 г. из труб западногерманских электростанций и фабрик вылетало в атмосферу 1,3 миллиона тонн пыли. В 1990 г. выбросы составили всего 0,45 миллиона тонн; в 1986 г. в воздушный бассейн Германии попадало 3 миллиона тонн окислов азота, в 1990 г. всего 2,6 миллиона тонн, что означает сокращение выбросов на 13% за менее чем четыре года.

Загрязнение воздушной среды Германии удалось отделить экономический рост от увеличения энергопотребления, прежде всего от потребления загрязняющих окружающую среду ископаемых топливных ресурсов. Еще в начале 70-х гг. XX в. считалось законом природы, что прирост валового внутреннего продукта на один процент означает увеличение потребления энергии также на один процент. Самым слабым звеном в союзе против загрязнения воздуха остаются жилищно-коммунальное хозяйство, а также автомобильный и авиационный транспорт. Инвестиции в строительство и модернизацию жилых зданий в целях энергосбережения поощряются в Германии посредством предоставления государственными финансовыми учреждениями льготных кредитов, но эти меры срабатывают не сразу. На автомобильные выхлопы приходится сегодня более половины выброса всех вредных веществ. Уже в восьмидесятых года в Германии и, по ее настоянию, в Европейском Союзе прошло поэтапное введение автомобилей с пониженным выбросом вредных веществ. Это означает прежде всего оснащение легковых автомобилей регулируемыми трехступенчатыми катализаторами, которые сокращают содержание вредных веществ в отработанных автомобильных газах примерно на 90%. Предпосылкой для оснащения автомобилей катализаторами было введение бензина без свинцовых присадок, что дополнительно уменьшает загрязнение окружающей среды. Сегодня ни на одной автозаправочной станции Германии нет уже бензина со свинцовыми присадками. В 1996 г. Совет по вопросам окружающей среды Европейского Союза принял решение о поэтапном снижении к 2010 г. потребления бензина новыми автомобилями до 5 литров на сто километров пути. Федеральный министр окружающей среды, охраны природы и безопасности ядерных реакторов Юрген Триттин, утверждает, что ограничение скорости на всех германских шоссе и автострадах позволило бы добиться дальнейшего снижения выброса отработанных автомобильных газов. Пример из будущего: разработка автомобилей, работаю-

щих на газе. Уже в 1996 г. "Даймлер-Бенц" (ныне "ДаймлерКрайслер") представил "Некар-2" . первую модель автомобиля, который приводится в движение не энергией, образующейся при сгорании ископаемого топлива, а абсолютно экологически чистой энергией, получаемой при сгорании кислорода и водорода. БМВ делает ставку на энергию, получаемую из воздуха. От нее зависит будущее автомобилестроения.

В отличие от многих других регионов нашей планеты водоснабжение в ФРГ является не проблемой количества, а скорее проблемой качества. В Германии, если не принимать во внимание особенности отдельных регионов, воды хватает. На территорию ФРГ выпадают ежегодно в среднем 270 миллиардов кубических метров осадков в виде дождя. В стране с высокоразвитой промышленностью реки и водоемы подвергаются самым разным опасностям. Особенно сильно загрязняются коммунально-бытовые и промышленные сточные воды. Загрязнение могут вызывать также удобрения и химические средства защиты растений, применяемые в интенсивном сельском хозяйстве.

В настоящее время в Германии действуют всеохватывающие нормативно-правовые акты, касающиеся охраны вод, которые не уступают нормам по поддержанию чистоты воздуха. В основном это следующие предписания:

– В законе о водном хозяйстве записано, что воды являются составной частью природной кладовой и их необходимо принципиально использовать таким образом, чтобы это шло на благо обществу и тем самым на пользу всем и каждому, чтобы исключалось любое предотвратимое негативное воздействие. Для любого использования вод требуется разрешение или санкция компетентных ведомств.

– Закон о сборах за сточные воды обязывает города, коммуны и промышленные предприятия платить за сточные воды возрастающий со временем налог, размер которого зависит от загрязненности стоков и количества содержащихся в них вредных веществ. Эти деньги используются федеральными землями для финансирования мер по сохранению и улучшению качества вод.

– Согласно закону о моющих и чистящих средствах, их разрешается продавать лишь при том условии, что при их использовании исключается любое предотвратимое негативное воздействие на воды. На основании этого закона были приняты подзаконные акты, по которым поверхностно активные вещества в моющих средствах должны, по меньшей мере, на 90% разлагаться биологическим путем. Фосфаты в этих моющих средствах разрешается применять лишь в ограниченных количествах. Выполняя предписания закона, города, коммуны, промышленные предприятия построили большое количество очистных сооружений с биологиче-

ской и, кроме того, с физико-химической очисткой, равно как и другие установки для очистки воды.

– Многие отрасли промышленности перешли на технологии, позволяющие сократить объем сточных вод и снизить содержание в них вредных веществ. Реки, переполненные пеной, остались в прошлом. Будучи страной, через территорию которой протекают важные трансграничные реки, Германия придает большое значение сотрудничеству в международных комиссиях по защите Рейна, Эльбы и Одера. Благодаря совместным усилиям содержание ртути и кадмия в Рейне уменьшилось до уровня ниже естественного фона. Количество аммония в воде составляет сегодня десятую часть от того, что было в 1971 г. Содержание кислорода в воде, имеющего важное значение для всего живого, многократно повысилось вследствие снижения выброса вредных веществ и приблизилось к границе насыщения. Сегодня в Рейне вновь водятся 150 видов живности, в то время как в 1971 г. было всего лишь 27 видов.

Германия принимает деятельное участие в международной программе по защите Северного моря и в международной программе действий на Балтийском море. Благодаря принятым ранее строгим национальным законам и нормативно-правовым актам она в большинстве случаев может без особого напряжения выполнять принимаемые обязательства.

Населенные пункты и транспортные коммуникации высокоразвитой в промышленном отношении Германии с ее большой плотностью населения занимают всего 10% ее территории, что сравнительно мало. До 55% территории приходится на земли сельскохозяйственного назначения, 30% занимают леса, 2% - реки и водоемы, остальная территория представляет собой по большей части естественные природные зоны, скажем, болота и пустоши. Это благоприятное территориальное соотношение ничего не говорит об опасностях, которым подвергается почва. Ко всему прочему площади, отведенные в Германии под населенные пункты, увеличиваются каждый день на 26 гектар, а под транспортные коммуникации на 3 гектара. В районах с высокой плотностью населения растет негативное воздействие на окружающую природную среду за счет выброса вредных веществ, застраивания территории зданиями и перерезания ее транспортными коммуникациями. Сельскохозяйственные районы сталкиваются с другими угрозами, вызываемыми высаживанием монокультур, использованием удобрений и средств защиты растений. Земля в Германии находится под защитой. В 1997 г. был принят закон о защите земли. Он направлен прежде всего на ограничение количества попадающих в почву вредных веществ до минимально возможного уровня. В сельском хозяйстве речь идет, кроме того, о поощрении экологически чистого земледелия без использования химических веществ. В период германского председательства в Совете Европейского Союза была принята "Повестка дня 2000", в которой намечена цель

дальнейшего снижения выброса вредных веществ в процессе сельскохозяйственного производства, например, аммиака в скотоводстве. В дальнейшем будут создаваться более благоприятные условия для развития экстенсивного содержания домашних животных. "Немецкий лес", рассматриваемый как национальный символ, который выполняет незаменимые функции в экономике, природе и обществе. Лес это источник дохода и поставщик древесины, экологичный и возобновляемый природный ресурс. Лес защищает почву, собирает воду и берет на себя функцию "зеленых легких", оказывая влияние на воздух и климат. Ко всему прочему лес является для многих людей предпочтительным местом отдыха. Однако с конца семидесятых годов жизненная сила больших массивов леса идет на убыль. Ущерб лесам наносят выбросы серы и соединений азота. Вредное воздействие кислоты, образующейся при смешивании серы и азота с водой, снижает способность (лесной) почвы удерживать питательные вещества и негативно сказывается на качестве грунтовых вод. За прошедшее время содержание серы в почве слегка сократилось, в то время как содержание соединений азота осталось на том же уровне или даже имеет тенденцию к незначительному повышению. Главную вину за это несут в Германии грузовые автомобили.

В ФРГ неуклонно снижается поголовье диких зверей и количество дикорастущих растений. Примерно половина видов позвоночных животных, четверть папоротникообразных растений и цветов и 50% видов рыб находятся под угрозой полного исчезновения. Причина этого кроется в разрушении их среды обитания в результате вторжения человека: строительства, изменения ландшафта, широкомасштабного и устойчивого загрязнения путем внесения питательных и выброса вредных веществ, а также развития интенсивного сельского хозяйства. Государственная политика охраны природы в Германии призвана противодействовать этой тенденции. Среди прочего федеральные земли объединили в национальные парки и заказники большие территории, сделав приоритетной задачей охрану природы на разных уровнях. Они охватывают в общей сложности 40% территории ФРГ. Федеральное ведомство по охране окружающей среды, штаб-квартира которого находится в Бонне, предлагает Федеральному правительству и шестнадцати федеральным землям свои услуги в качестве научного консультанта.

Химия и ее продукты внесли существенный вклад в нынешний уровень жизни промышленно развитых стран. Однако именно в области химии мы имеем дело с веществами, которые могут представлять опасность для человека и окружающей природной среды. Чтобы эффективнее противодействовать этим рискам, в Германии был принят и вступил в 1982 г. в силу закон о защите от опасных веществ, называемый еще законом о химикалиях. В 1990 г. в него были внесены поправки, и он приобрел всеобъ-

емлющий характер, став современным и направленным на профилактику законодательным актом. В него включены следующие существенные положения:

Фирмы-изготовители и импортеры могут ввозить и продавать новое синтетическое вещество, в том числе, и как часть комплектующих, - если они заранее, самое позднее за сорок пять дней до этого, предоставят документацию о его свойствах компетентному государственному органу. Чтобы иметь возможность лучше оценить риски, связанные с новыми веществами, производители и импортеры обязаны произвести предписанные законом минимальные проверки их свойств и представить доказательства проведенных испытаний; опасные вещества должны быть соответствующим образом упакованы и маркированы; компетентные ведомства имеют право при наличии соответствующей опасности вводить ограничения вплоть до запрета химических веществ; за нарушения положений закона предусмотрена уголовная ответственность вплоть до пяти лет лишения свободы.

Оборотной стороной германского общества всеобщего благоденствия стали горы отходов и мусорные полигоны. Однако в начале девяностых годов обозначилась переломная тенденция. Если в 1990 году общее количество отходов составляло еще 374 миллиона тонн, то к 1993 г. осталось уже 337 миллионов тонн, то есть на 10% меньше. За этой тенденцией просматривается политика, на знаменах которой написано конец общества расточительства и начало экономики с замкнутым циклом производства. Сегодня основополагающее значение в Германии имеет закон о замкнутых циклах производства и отходах, вступивший в силу в 1996 г. Он возлагает на производителя товара ответственность за весь его жизненный цикл. Промышленности, торговле и потребителям вменяется в обязанность избегать насколько это только возможно образования отходов. Неизбежные остатки надлежит переработать и использовать вторично в качестве сырья. В будущем должна стать правилом не коммунальная, а частная утилизация отходов.

Закон о замкнутых циклах производства позволяет таким образом реализовать различные варианты широкомасштабной приватизации индустрии утилизации отходов. На основании этого закона правительство может, например, издать распоряжение о том, чтобы продавцы или товаропроизводители принимали от покупателей отслужившие свой срок вещи, как-то батарейки и стиральные машины, телевизоры и компьютеры, пускали их во вторичную переработку и утилизовали. Тем самым можно достичь того, что уже при разработке нового продукта производители будут думать о его последующей утилизации.

В настоящее время проблематично вернуть производителям лишь отслужившие свой срок автомобили. По мнению Европейского Совета, то

есть глав государств и правительств государств-членов Европейского Союза, выраженному в июле 1999 г., с 2006 г. производители должны принимать все находящиеся ныне в эксплуатации автомобили для утилизации (в металлолом). На европейском внутреннем рынке эта мера сильнее всего затронет германскую автомобилестроительную промышленность. Европейский Парламент проголосовал за то, чтобы эта директива распространялась только на ставящиеся на учет новые машины, то есть, чтобы она не имела обратной силы.

Постановление об упаковке, принятое в 1991 г., обязывало производителей и торговые организации забирать у покупателей использованную тару и упаковку, чтобы или использовать ее вторично, или переработать. Те, кого это коснулось, отреагировали на постановление созданием собственной системы учета, основанной на принципах частного предпринимательства. Участники этой дуальной системы параллельно с коммунальными службами вывоза мусора забирают у потребителей свою помеченную зеленым значком упаковку и перерабатывают ее.

Сжигание мусора согласно технической инструкции об отходах жилищно-коммунального хозяйства, должны быть закрыты большинство из имеющихся сегодня в Германии 460 мусорных полигонов. Какой из вариантов наиболее выгоден, зависит от вида соответствующих бытовых и промышленных отходов.

Мусор - это не просто отходы. С точки зрения утилизации тара из синтетических материалов, например, это нечто другое, нежели бумажная или картонная упаковка. У них различная экологическая эффективность. Соответствующие методы исследования экологической эффективности были разработаны специалистами германского химического концерна БАСФ и взяты тем временем на вооружение, например, Центром экологических технологий европейских производителей синтетических материалов (ARME). Особенно отчетливо анализ экологической эффективности прослеживается на примере переработки тары из синтетических материалов. Доля перерабатываемой тары достигает сегодня в Европейском Союзе 15%. Такая же доля тары подвергается сжиганию, являющемуся последовательной альтернативой переработки. 70% пластиковых отходов оказываются на мусорных полигонах. Как показывают соответствующие научные расчеты, при повышении доли перерабатываемой упаковки из синтетических материалов до 50% расходы возрастут в три раза. К тому же затраты энергии на сортировку и переработку значительно превышают те, которые требуются для изготовления новых материалов. Если бы перерабатывалось 50%, а не 15% как сегодня, отходов из синтетических материалов, то вредное воздействие на окружающую среду уменьшилось бы, однако, ровно настолько, насколько оно снизится, если каждый гражданин Европейского Союза проедет за год на своем автомобиле на 20 километров

меньше. С учетом сказанного получается, что максимально возможная переработка отходов из синтетических материалов не более выгодна, чем их сжигание. Но существует еще одна альтернатива, не связанная, как при сжигании, с сомнительным представлением о разбазаривании ограниченных ресурсов: Одни лишь только предпринятые до сих пор усилия с целью избежать образования мусора за счет облегчения упаковки из синтетических материалов привели к такому же уменьшению вредного воздействия на окружающую среду, как все меры по переработке.

Предотвращение возникновения мусора все еще является лучшим профилактическим средством против мусорного инфаркта. Может быть, подобная практика позволит сделать менее массированными меры государственного регулирования в этой области: сегодня в Германии действуют 800 законов и приблизительно 5000 административных предписаний, касающихся только мусора. Наряду с США Германия занимает ведущие позиции на мировом рынке экологических технологий. Экспортируя эти товары и ноу-хау, Германия еще эффективнее может реализовать свою ответственность за охрану окружающей среды в глобальном масштабе. Одновременно эти действия вносит тем самым вклад в повышение экономической привлекательности Германии. Охрана окружающей среды стала существенным внутриэкономическим фактором.

Итак, опыт управления отходами в Германии несомненно служит примером. Его необходимо изучать и применять. Социальная рыночная экономика в Германии имеет экологическую направленность. Например, они использую принцип профилактики, принцип виновного, принцип кооперации.

В автомобилестроении они стремятся выпускать машины с минимальным расходом бензина (до 5 л на 100 км) и даже переходят на экологически чистое топливо, выпуск бензина без свинца, оснащение регулируемыми трехступенчатыми катализаторами.

Инвестиции в строительство и модернизацию жилых зданий в целях энергосбережения поощряются в Германии посредством предоставления государственным финансовым учреждениям льготных кредитов.

В настоящее время в Германии действует всеохватывающие нормативно-правовые акты касающиеся охраны вод, которые не уступают нормам по поддержанию чистоты воздуха. Намечена цель дальнейшего снижения выброса вредных веществ в процессе сельскохозяйственного производства, например, аммиака в скотоводстве.

«Немецкий лес» рассматривается как национальный символ, который выполняет незаменимые функции в экономике, природе и обществе. Принят и работает закон и замкнутых циклах производства и отходах.

Предотвращение возникновения мусора является лучшим профилактическим средством против мусорного инфаркта – это принцип работы

Германии, в котором действует 800 законов и около 5000 административных предписаний касающихся только мусора.

УДК 628.4

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ ГОУ ВПО «СибГИУ»

ДОЛМАТОВА Е.Ю.
Научный руководитель: д.т.н., профессор Волынкина Е.П.
Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

Сибирский государственный индустриальный университет является юридическим лицом, на которое распространяются требования российского природоохранного законодательства, в том числе в области обращения с отходами. Создание в вузе системы управления отходами позволит не только обеспечить исполнение требований законодательства РФ в области охраны окружающей среды, но и выявить резервы и сократить экономические издержки, связанные с обращением с отходами.

Целью данной работы является разработка основных элементов системы управления отходами в СибГИУ.

Термин «управление отходами» («Waste Management») в сложившейся мировой практике обозначает организацию обращения с отходами с целью снижения их влияния на здоровье человека и состояние окружающей среды. «Обращение с отходами» определяется как «деятельность, в процессе которой образуются отходы, а также деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов». Теоретической основой управления отходами является принятая на международном уровне Иерархия управления отходами, представляющая собой классификацию действий с отходами по степени их приоритетности: предотвращение или снижение образования отходов, разделение отходов, вторичное использование, рециклинг, обезвреживание и захоронение отходов.

Управление отходами предприятия должно начинаться с организации единой системы первичного производственного учета отходов. Для организации первичного производственного учета отходов выполнен анализ деятельности основных структурных подразделений университета с точки зрения образования отходов, выявлены источники образования отходов, определено их количество, вещественный состав и класс опасности, т.е. проведена инвентаризация образующихся отходов. Объектами проведенных исследований являлись следующие подразделения университета: факультеты, научно-техническая библиотека, лаборатория ремонта и модернизации средств информации, архив, ремонтно-строительный участок, отдел главного энергетика, гараж, столовая и кондитерский цех, здрав-

пункт, студгородок и общежития. Информация о количестве образующихся отходов в каждом подразделении была получена следующими методами:

- опрос в соответствии со специально разработанным опросным листом руководителей и технического персонала подразделений;
- учет и анализ потребляемых материалов, которые после использования переходят в категорию «отходы»;
- расчет на основе удельных показателей образования отходов в соответствии с нормативными и справочными документами.

В ходе проведенной инвентаризации отходов выявлено на учет поставлено 44 вида отходов потребления, для каждого из которых определен код согласно Федерального классификационного каталога отходов (ФККО) и установлен класс опасности (таблица 1).

Таблица 1 – Перечень отходов, образующихся в подразделениях СибГИУ

Отходообразующий вид деятельности, процесс	Наименование вида отхода	Код отхода по ФККО	Класс опасности
1	2	3	4
Замена, транспортирование и хранение ртутных ламп	Стеклянные отходы (бой стекла люминесцентных ламп)	314 008 00 01 00 0	1
Освещение помещений учреждения и прилегающей территории	Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак	353 301 00 13 01 1	1
Лечебно-профилактическая деятельность, образовательная деятельность	Ртутные термометры отработанные и брак	353 303 00 13 01 1	1
Обеспечение бесперебойной работы бытовых приборов	Щелочи аккумуляторные отработанные [гальванические элементы]	524 001 00 00 01 2	3
Замена исчерпавшего эксплуатационный срок службы аккумулятора	Аккумуляторы свинцовые неразобранные со слитым электролитом	921 101 02 13 01 3	3
Замена масла, потерявшего потребительские свойства	Масла трансмиссионные отработанные	541 002 06 02 03 3	3
Замена масла, потерявшего потребительские свойства	Масла моторные отработанные	541 002 01 02 03 3	3
Прокладка электрических сетей	Провод медный незагрязненный, потерявший потребительские свойства	353 103 05 01 01 3	3
Штукатурно-малярные работы	Отходы лакокрасочных средств [жестяные банки из-под краски]	555 000 00 00 00 0	3
Протирка, смазка маслами механизмов	Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел менее 15%)	549 027 01 01 03 4	3

Отходообразующий вид деятельности, процесс	Наименование вида отхода	Код отхода по ФККО	Класс опасности
1	2	3	4
Административно-хозяйственная деятельность	Пластмассовая незагрязненная тара, потерявшая потребительские свойства	571 018 00 13 00 5	4
Процесс списания, замены	Отходы оргтехники [отработанные мониторы, системные блоки]	921 200 00 00 00 0	4
Процесс списания, замены	Отходы оргтехники [копировальное устройство]	921 200 00 00 00 0	4
Процесс списания, замены	Клавиатура, манипулятор «мышь», соединительные провода	921 201 01 13 01 4	4
Процессе замены	Картриджи отработанные	921 202 00 13 01 4	4
Предотвращение проливов масел	Опилки древесные, загрязненные минеральными маслами (содержание масел менее 15%)	171 302 01 01 03 4	4
Процесс списания, замены	Отходы обработки фанеры, изделия из фанеры, потерявшие свои потребительские свойства	171 201 00 01 00 0	4
Процесс износа, списания и замены шин	Изношенные автомобильные шины	575 002 00 13 00 4	4
Замена фильтра, потерявшего потребительские свойства	Отработанные фильтрующие элементы системы смазки двигателя автомобиля	314 802 02 01 03 4	4
Процесс жизнедеятельности студгородка	Отходы из жилищ несортированные, (исключая крупногабаритные)	911 001 00 01 00 4	4
Штукатурно-малярные работы	Отходы клея, клеящих веществ, мастик, незатвердевших смол [клей обойный, клей для кафеля]	557 000 00 00 00 0	4
Штукатурно-малярные работы, ремонт фасада зданий	Мусор от ремонтных и строительных работ [штукатурка]	912 006 00 01 00 0	4
В процессе износа, замены	Обувь кожаная рабочая, потерявшая потребительские свойства	147 006 01 13 00 4	4
Ремонт существующих перегородок, установка новых	Отходы гипсокартона	314 038 06 01 01 4	4
Ремонт фасада здания	Отходы шпатлевок	557 200 00 00 00 0	4
Уборка помещений	Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)	912 004 00 01 00 4	4
Лечебно-профилактическая деятельность здравпункта	Медицинские отходы [отработанный перевязочный материал после обеззараживания]	971 000 00 00 00 0	4
Лечебно-профилактическая деятельность здравпункта	Отходы стекла от фармацевтических препаратов обезвреженные	971 035 00 13 01 4	4

Отходообразующий вид деятельности, процесс	Наименование вида отхода	Код отхода по ФККО	Класс опасности
1	2	3	4
Процесс растаривания медикаментов и медицинских предметов	Медицинские отходы [медицинские отходы класса «А»]	971 000 00 00 00 0	4
Лечебно-профилактическая деятельность здравпункта	Перчатки латексные одноразовые обеззараженные (дезинфицированные) отработанные	971 016 00 13 01 4	4
Процесс приготовления пищи в столовой	Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные	912 010 01 00 00 5	4
Ремонт фасада здания; замена напольных покрытий	Керамические изделия, потерявшие потребительские свойства [керамическая плитка]	314 007 03 01 99 5	5
Замена напольных покрытий	Отходы линолеума	571 014 00 01 07 4	5
Ремонт фасада здания; полов	Отходы цемента в кусковой форме	314 055 02 01 99 5	5
Штукатурно-малярные работы	Отходы лакокрасочных средств [водоэмульсионная краска]	555 000 00 00 00 0	5
Процесс списания, замены	Мусор от бытовых помещений организации крупногабаритный [оконные блоки]	314 008 00 01 00 0	5
Процесс делопроизводства и учебная деятельность, хранение документации в архивах	Отходы бумаги от канцелярской деятельности и делопроизводства	187 103 00 01 00 5	5
Процесс списания устаревших изданий книг, газет, журналов	Прочие отходы бумаги незагрязненные	187 199 01 01 00 5	5
Процесс списания, замены	Лом черных металлов не сортированный	351 301 00 01 99 5	5
Лечебно-профилактическая деятельность здравпункта	Медицинские отходы [гинекологическое зеркало]	971 000 00 00 00 0	4
Прокладка электрических сетей	Провод алюминиевый незагрязненный, потерявший потребительские свойства	353 101 05 01 99 5	5
Освещение учебных и иных помещений университета	Электрические лампы накаливания отработанные и брак	923 101 00 01 99 5	5
Замена изношенной рабочей одежды	Изношенная рабочая одежда загрязненная	582 009 00 13 07 0	5

Выполнены расчеты годовых нормативов образования каждого вида отхода. Расчеты выполнены с использованием расчетно-аналитического метода и метода оценки по удельным показателям образования. Установлено, что общее количество образующихся отходов со-

ставляет **691,057 т/год,** в том числе по классам опасности: I класс опасности – 0,265 т/год; III класс опасности – 3,042 т/год; класс опасности – 669,57 т/год; класс опасности – 18,18 т/год.

В целях отслеживания жизненного цикла отходов в цепочке от источников образования до первичного потребителя или до места размещения отхода разработана схема операционного движения отходов, представленная в таблице 2.

Выявлены и охарактеризованы места временного хранения отходов на территории университета, проведен их мониторинг и предложены корректирующие воздействия в отношении обращения с отходами.

Разработаны планы мероприятий по снижению количества образования отходов, обеспечению соблюдения действующих норм и правил в области обращения с отходами. Одним из эффективных инструментов минимизации образования отходов является направление непригодных к дальнейшему использованию предметов, тары, упаковки на повторное использование или использование в качестве вторичного сырья. Так, например, лом черных металлов, провода алюминиевые, кабели медные, отходы пластмасс, отходы макулатуры должны передаваться на вторичную переработку специализированным организациям, имеющим соответствующие лицензии. Отходы I (ртутьсодержащие лампы) и III (обтирочный материал, свинцовые аккумуляторы, отработанные масла и др.) необходимо направлять на обезвреживание.

Разработаны предложения по лимитам размещения отходов на 2010-2014гг., установлено, что размещению подлежит 16 наименований отходов IV и V классов опасности. Выполнены расчеты платы университета за негативное воздействие отходов в случае их размещения в окружающей среде, которая составила 358 063,5 руб./год, а также затрат университета на транспортировку и размещение отходов на полигоне ТБО, которые составляют 2 171 190,03 уб./год.

В рамках работы выполнен расчет затрат университета на передачу для обезвреживание опасных отходов, запрещенных для захоронения на полигоне ТБО: щелочи аккумуляторные отработанные [гальванические элементы]; отработанные фильтрующие элементы смазки двигателей автомобилей; изношенные автомобильные шины; обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел менее 15%); отработанные картриджи; отходы оргтехники [копировальное устройство]; клавиатура, манипулятор «мышь», соединительные провода; отходы оргтехники [отработанные мониторы, системные блоки]; отходы стекла от фармацевтических препаратов обезвреженные; перчатки латексные одноразовые обеззараженные (дезинфицированные) отработанные; медицинские отходы [шприцы одноразовые после дезинфекции, иглы отработанные после дезинфекции]; медицинские отходы [гинекологические зеркала]; медицинские отходы [перевязочный материал после обеззараживания]; ртутные термометры отработанные и брак; ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки, отработанные и брак; стек-

лянные отходы (бой стекла люминесцентных ламп). Общие затраты на обезвреживание опасных отходов составят 130 942,6 руб./год.

Выполнен расчет доходов университета от продажи отходов, пригодных для вторичной переработки: аккумуляторы свинцовые неразобранные со слитым электролитом; масла моторные отработанные; масла трансмиссионные отработанные; пластиковые отходы, потерявшие потребительские свойства; прочие отходы бумаги незагрязненные; лом черных металлов несортированный; провод медный незагрязненный; провод алюминиевый незагрязненный; отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства. Общие доходы университета от реализации этих видов отходов составят 44 197,12 руб./год.

Составлен отчет по форме статистической отчетности 2-ТП (отходы). Предложено организовать в университете участок по обезвреживанию ртутьсодержащих отходов, что обеспечит не только сокращение расходов университета, но позволит получить дополнительный доход от оказания услуг по их обезвреживанию. Разработана технологическая схема участка с использованием демеркуризационной установки «Экотром-2».

Предложено развивать в университете систему раздельного сбора бытовых отходов, разработаны мероприятия, направленные на успешное закрепление этой системы. Основанием для внедрения системы раздельного сбора твердых бытовых отходов на территории университета являются: необходимость уменьшения объемов полигонного захоронения отходов и сокращения эксплуатационных затрат на их содержание и вывоз; снижение негативного воздействия отходов на окружающую природную среду и предотвращение экологического ущерба; полезное использование ресурсно-сырьевого потенциала и повышение надежности системы обращения с отходами на территории университета. Достижение оптимальной системы сбора обеспечивается через повышение уровня экологической культуры студентов, преподавателей и сотрудников путем проведения инструктажей, с помощью размещения информационных листовок и плакатов. Обоснована целесообразность приобретения и установки в университете стационарного пресс-компактора в целях снижения объема отходов, размещаемых в контейнеры для захоронения на полигоне ТБО, общего количества мусорных контейнеров и расходов на вывоз мусора. Таким образом, в результате выполненной работы разработаны основные элементы системы управления отходами в СибГИУ. Внедрение результатов данной работы позволит университету осуществлять деятельность по обращению с отходами в соответствии с природоохранным законодательством, снизить негативное воздействие отходов на окружающую среду, сократить количество образующихся и захораниваемых отходов, получить дополнительную экономическую выгоду от реализации новых видов продукции на основе отходов.

Таблица 2 – Схема операционного движения отходов

Код по ФККО	Наименование вида отхода	Класс опасности	Наличие отходов на начало 2010 года, т	Годовой норматив образования отхода, т	Получение отходов от сторонних организаций в течение года		Использование и обезвреживание отходов на собственном предприятии в течение года		Передача отходов сторонним организациям в течение года		Размещение отходов в течение года		
					количество, т	цель приема	количество, т	направление использования	количество, т	цель передачи	количество, т	операция по размещению	инв. номер объекта размещения
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Гараж													
921 101 02 13 01 3	Аккумуляторы свинцовые неразобранные, со слитым электролитом	3	0	0,327	0	-	0	-	0,327	обезвреживание	0	-	-
575 002 00 13 00 4	Изношенные автомобильные шины	4	0	0,449	0	-	0	-	0,499	использование	0	-	-
Столовая													
912 010 01 00 00 5	Пищевые отходы кухонь и организаций общественного питания несортированные	4	0	88,44	0	-	88,44	использование		-	0	-	-

Продолжение таблицы 2

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Здравпункт													
971 000 00 00 00 0	Медицинские отходы [отработанный перевязочный материал после обеззараживания]	4	0	0,110	0	-	0	-	0,110	обезвреживание	0	-	-
353 303 00 13 01 1	Ртутные термометры отработанные и брак	1	0,00049	0,00002	0	-	0	-	0	-	0,00049	хранение сроком до 3 лет	11
Студгородок													
911 001 00 01 00 4	Отходы из жилищ несортированные (исключая крупногабаритные)	4	0	236,16	0	-	0	-	236,16	захоронение	0	-	-
Отдел главного энергетика													
353 301 00 13 01 1	Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак	1	2,79	0,249	0	-	0	-	0	-	3,039	хранение сроком до 3 лет	2
РСУ													
3140550201995	Отходы цемента в кусковой форме	5	0	5,1	0	-	0	-	5,1	захоронение	0	-	-

Окончание таблицы 2

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
912 006 00 01 00 0	Мусор от ремонтных и строительных работ [штукатурка]	4	0	6,946	0	-	0	-	6,946	захоронение	0	-	-
Архивный отдел													
187 103 00 01 00 5	Отходы бумаги от канцелярской деятельности и делопроизводства	5	0	1,92	0	-	0	-	1,92	использование	0	-	-
НТБ													
187 199 01 01 00 5	Прочие отходы бумаги незагрязненные	5	0	2,96	0	-	0	-	2,96	использование	0	-	-
Лаборатория ремонта и модернизации средств информации													
921 200 00 00 00 0	Отходы оргтехники [отработанные мониторы, системные блоки]	4	0,5	0,7	0	-	0	-	0,7	обезвреживание	0	-	-
Факультеты													
912 004 00 01 00 4	Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)	4	0	332,424	0	-	0	-	332,424	захоронение	0	-	-

УДК 504.06

СТУДЕНЧЕСКИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ОТРЯД «ЭКОС» - БУДУЩИЕ ЭКОЛОГИ И ОТХОДОПЕРЕРАБОТЧИКИ

Микрюкова А.И.
Научный руководитель: д.т.н. Е.П. Волынкина

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

23 марта 2005 года будущие экологи и отходопереработчики – студенты, обучающиеся на специальностях «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов» и «Промышленная экология» СибГИУ, создали студенческий экологический отряд «ЭКОС».

Студенты «ЭКОСа» относятся к новому поколению экологически грамотной молодежи с активной гражданской позицией. В настоящее время «ЭКОС» представляет собой добровольное, самоуправляемое объединение студентов экологических специальностей СибГИУ и других вузов г. Новокузнецка, желающих осуществлять общественно-полезную, просветительскую и практическую деятельность в сфере управления отходами и охраны окружающей среды.

Деятельность «ЭКОСа» широко известна не только в г.Новокузнецке и Кемеровской области, но и в других регионов России.

Отряд «ЭКОС» является инициатором и организатором таких проектов, как «БУМ», «ПластибУМ», «Мой город - мое будущее», экологический слет кузнецких инициативных молодежных организаций «Эскимо-2007», «ГАРБОЛОГ» и другие.

Студенты отряда впервые ввели в СибГИУ раздельный сбор твердых бытовых отходов, предлагая студентам и преподавательскому составу самим разделять отходы при помощи разноцветных самодельных контейнеров: синий контейнер – для бумаги, зеленый – для пластика (ПЭТ-бутылки, одноразовая посуда и т.д.), красный - для прочих отходов, которые невозможно переработать. Развитием этого проекта стала установка аналогичных самодельных контейнеров в библиотеке им. Н.В. Гоголя и школах города, а затем благодаря гранту Новокузнецкого филиала благотворительной организации «Центр социальных проектов» компании РУСАЛ были приобретены настоящие пластмассовые контейнеры, которые также были установлены в университете, библиотеке и школах №№ 44 и 67. В настоящее время начат эксперимент по раздельному сбору ТБО в жилых домах, который проводится совместно Кузбасской Ассоциацией Переработчиков Отходов и Комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов администрации г.Новокузнецка.

Благодаря активной деятельности «ЭКОСа» в СибГИУ приказом ректора было запрещено выбрасывать отходы бумаги в мусорные контейнеры, студенты совместно с Администрацией университета организовали приемный пункт. В течение 2009-2010 учебного года было собрано более 7

т макулатуры, которая передана на вторичную переработку в ООО «Экологический региональный центр» в обмен на белую офисную бумагу. Таким образом многие кафедры и отделы университета не только были приобщены к раздельному сбору этого вида отходов, но и решили проблему дефицита белой бумаги, такой необходимой для учебного процесса. Студенты «ЭКОСа» постоянно проводят разъяснительную и просветительскую работу среди студентом и сотрудников университета, разработали специальные плакаты, а также листовки, которые были выполнены из вторичного сырья.

Студентами «ЭКОСа» подготовлены и проводятся в школах города экологические лекции, направленные на воспитание культуры обращения отходами, разработаны эколого-просветительские игры для школьников. Проведение экологических уроков в школах города стало хорошей традицией отряда.

Идея создания города нового типа – экологически чистого, биопозитивного, устойчивого, а также воспитание просвещенного общества с высоким уровнем экологической культуры воплощена «ЭКОСом» в проекте «ЭКОсити - город будущего». Студенты написали сценарий с таким названием и с помощью режиссера Е. Речкуновой сделали замечательный, эффектный и не оставляющий никого равнодушным спектакль. В связи с тем, что поколения студентов быстро меняются, сегодня в спектакле участвует уже третий состав, но те же проблемы и смысл до сих пор будоражат сердца зрителей.

Студенты «ЭКОСа» выпускают свою собственную ежеквартальную экологическую газету «Экотайм», что означает экологичное время. Каждый номер посвящен отдельной теме, например «ЭКОдом», «Упаковка», «Бездомные животные». «Экотайм» является участником профессиональных журналистских конкурсов и лауреатом премии Кузбасса.

По собственной инициативе студенты-экологи проводят акцию «Флеш-моб», средством для которой является «Экотайм», с целью привлечения внимания жителей города к актуальным экологическим темам свежего номера газеты. Акции проводятся не только в стенах различных вузов, но и парковых зонах, торговых центрах, на улицах города.

Экологической пропагандой и воспитанием экологической культуры у жителей «ЭКОС» занимается в ходе регулярных субботников. Очищение береговой зоны или мест свалок сопровождается размещаем ярких плакатов с надписями «Мы хотим сделать город чище», «Скажем мусору НЕТ», «Мы выбираем чистый город», расклеиванием эмблемы отряда и раздачей последнего выпуска газеты «Экотайм» жителям города.

Студенты «ЭКОСа» участвуют в различных научно-практических конференциях, ярмарках молодежных инициатив города, экологических фестивалях и форумах, Балах добровольцев, Днях защиты от экологической опасности. А с 2006 года самые активные члены отряда в летнее время принимают участие в ежегодном Российском студенческом экологическом семинаре в г.Екатеринбурге, где выступают с докладами на Всероссийской студенческой научно-практической конференции и проходят обучающие курсы на темы «Экологический менеджмент», «Воспитание основ экологической культуры молодежи».

Ребята из «ЭКОСа» благоустраивают парковые зоны, дворы детских домов, где высаживают деревья и кустарники, воспитывают экологическую культуру у детей, участвуют в городских конкурсах.

На Beb-сайте СибГИУ нами создана страничка отряда http://www.sibsiu.ru/ecology/ , на котором мы размещаем информацию о реализованных проектах отряда, собранной макулатуре, текущей работе и фото-отчеты.

По инициативе президента «ЭКОСа» проводятся семинарские занятия внутри отряда на тему «Воспитание основ экологической культуры молодежи» с целью повышения экологической культуры самих членов отряда.

Каждый новый год студенты экологического отряда отмечают как настоящие экологи: две недели отряд занимается изготовлением елочных игрушек из отходов и экологически чистых материалов. Елка, украшенная теплыми самодельными игрушками, входит в тройку лучших елок университета.

Одно из последних наших достижений и наша гордость – «Экологичная аллея « (Экоаллея) на территории Сибирского государственного индустриального университета». Экоаллея – совместный проект «ЭКОСа», Администрации г. Новокузнецка и Кузбасской Ассоциации переработчиков отходов. Экоаллея – это экологичное пространство на городской территории, где сочетаются возможности для отдыха, распространения экологических знаний и воспитания экологической культуры у студентов университета и жителей нашего города. Экоаллея – это кусочек Экосити в Новокузнецке. Здесь мы сделали красивые клумбы, высадили специально подобранные виды цветов, кустарников и деревьев, обладающих высокой очищающей способностью, украсили клумбы яркой разноцветной декоративной мульчой Экофибс и Экокора, изготовленной из древесных отходов и в то же время обладающей множеством полезных для растений свойств, установили лавочки и урны. «ЭКОС» будет здесь проводить экологические акции и выставки, разместит на Экоаллее газету «Экотайм», а мусор будет предлагать собирать раздельно. Экоаллею мы сделали для всех жителей города и просим соблюдать здесь чистоту, не курить, не трогать цветы и кустарники.

Также «ЭКОС» сотрудничает и проводит совместные акции с Профсоюзным комитетом и студенческим советом университета, Молодой Гвардией, Банком молодежных инициатив, Комитетами по делам молодежи и по охране окружающей среды и природных ресурсов, Администрации Новокузнецка, Информационным экологическим агентством (ИНЭКА), активно участвует в обсуждениях экологических и молодежных вопросов на различных совещаниях, форумах, конференциях.

За активную общественно полезную деятельность студенты «ЭКОСа» различных лет были неоднократно отмечены благодарностями ректора, Губернатора Кемеровской области, Администрации г. Новокузнецка, почетными грамотами и сертификатами, награждены дипломами, медалями, ценными подарками, туристическими путевками.

ИССЛЕДОВАНИЯ ОТХОДОВ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

УДК 669.187.2

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДСП: ВЫБРОСЫ ПЫЛИ

Симонян Л.М., Блинова С.А.

Национальный исследовательский технологический университет МИСиС г. Москва

По данным World Steel Association[1], мировое производство стали в 2008 г. составило 1,33 млрд т. Крупные производители: Китай – 502 млн т; Япония – 118,7 млн т; США – 91,5 млн т; Российская Федерация – 68,5 млн т; Индия – 55,1 млн т; Южная Корея – 53,5 млн т; Германия – 45,8 млн т; Украина – 37,1 млн т; Бразилия – 33,7млн т; Италия – 30,5 млн т. Доля электростали в среднем составляет около 40%, в некоторых странах она достигла 70% и выше. Спрос на металл продолжает расти.

В России было выплавлено 68,7 млн. т стали, из них 20 млн. т в ДСП. Объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух металлургическими предприятиями составил[2] 4469,1 тыс. т, в т. ч. **твердые вещества – 306,0**, жидкие и газообразные – 4163,1 (из них SO_2 – 2487,5, CO – 1501,3, NO_x – 122,8 тыс. т. Одна треть приходится на производство ферросплавов, стали, проката. Это составляет 1555,2 тыс. т, из них ОАО «Северсталь» (г. Череповец) – 315,3, ОАО НЛМК (г. Липецк) – 280,5 тыс. т.

Объем отходов *в металлургическом производстве и производстве готовых металлических изделий*[3] составил 175,25 млн. т, в том числе пыль, уловленная в процессе очистки технологических газов порядка 3 млн т.

По прогнозам специалистов к 2020 г. доля стали, выплавленной на предприятиях с полным циклом, снизится до 30 %, будет расти доля электросталеплавильного производства. Плавка стали в электропечах имеет большой потенциал развития. Это связано с созданием **нового поколения** электродуговых печей, основными преимуществами которых является снижение потребления многих видов ресурсов и воздействия на окружающую среду. Немаловажно, что суммарные затраты энергии при выплавке стали в дуговой сталеплавильной печи (ДСП), работающей с использованием 100 % лома, в 2 раза ниже, чем при использовании первородного сырья по

[1] World Steel Association. Источник: MetalTorg.Ru , 23 янв. 2009.
[2] Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей РФ в 2008 году
[3] Терминология из Государственного доклада

схеме чугун-сталь. Выплавка стали в ДСП позволяет комплексно использовать лом с максимальным использованием легирующих компонентов.

В то же время в результате интенсификации процесса плавки и использования инжекционных технологий удельное пыле- газообразование в современных электропечах, по сравнению с традиционными, увеличивается в 1,5-2 раза. Проблема защиты окружающей среды при этом решается за счет использования различных способов отвода и очистки печных газов от пыли. Действительно, очистные сооружения сегодня позволяют производить глубокую очистку газов от пыли - запыленность выбрасываемых в атмосферу газов после очистки может быть снижена до 10 мг/м^3 и ниже.

За счет очистки отходящих газов от пыли решается часть проблемы по охране окружающей среды – минимизация загрязнения атмосферы. Другая проблема связана с образованием отходов в виде уловленной пыли, с ее хранением и/или утилизацией, что требует всестороннего анализа с целью дальнейшего вовлечения пыли в технологический процесс.

Объем уловленной пыли ДСП составляет примерно 15-20 кг/т стали, или с учетом объема производства электростали в России - 400 тыс т в год. В 100-т ДСП каждый час образуется примерно 2 т пыли. Поэтому одной из важнейших экологических проблем электросталеплавильного производства является пылеобразование, а одной из задач – подавление пылеобразования в процессе плавки. Решение этой задачи напрямую связано с технологией электроплавки и характеристиками процесса.

Со времен экологического и энергетического кризиса середины 70-тых годов, связанного с нарастающим потреблением ресурсов, чрезмерным образования отходов и загрязнением среды обитания человека, производители стремятся создавать экологически безопасные производства. Процесс этот поэтапный и каждый этап требует времени и средств для своего осуществления. Снижение пылеобразования позволяет не только снизить нагрузку на ОС, но и улучшить технико-экономические характеристики процесса электроплавки за счет:

1 – увеличения выхода годного, *сохранения ресурсов* - повышения эффективности использования материалов и энергии, т.е. сокращения использования природных ресурсов, вовлекаемых в производство;

2 – *снижения выбросов* токсичных веществ в атмосферу (все компоненты пыли отрицательно влияют на окружающую среду);

3 – *минимизации количества отходов*: сокращения и - насколько возможно – утилизации образующейся пыли в собственном или смежных производствах.

В настоящей работе проведен анализ экологической эффективности различных поколений ДСП с точки зрения потребления основных видов ресурсов и образования пылегазовых выбросов.

Этапы развития дуговых сталеплавильных печей – это поиск ресурсосберегающих технологий с минимальным воздействием на окружающую среду. В развитии ДСП можно выделить четыре этапа, длительность каждого из которых определялась техническими возможностями общества и взглядами на функции электропечи как сталеплавильного агрегата.

ДСП первого поколения. Первые промышленные дуговые печи построены в 1898—1901 годах П. Эру во Франции и Э. Стассано в Италии. В России первая дуговая печь была установлена в 1910 году на Обуховском заводе в Петербурге. Пер-

вый этап, самый длительный — с начала практического использования ДСП до середины шестидесятых годов.

Первые ДСП малой вместимости, имели цилиндрический кожух с кирпичной футеровкой, загрузка осуществлялась через рабочее окно сначала вручную, позже мульдами загрузочным краном. В конце сороковых годов появились дуговые печи с поворотным сводом.

В ДСП плавку проводили по классической двушлаковой технологии с применением в качестве окислителя железной руды. Полный цикл производства стали включал расплавление шихты, рафинирование и нагрев металла.

Футеровку первоначально выполняли из кислых огнеупоров. В связи с этим к шихте предъявляли более жесткие требования по химическому составу, содержанию вредных элементов, примесей. Распространение, начиная с 1955 года, основной футеровки расширило технологические возможности дуговых печей, в частности, проведение дефосфорации, десульфурации и полного окисления примесей с использованием рудного кипения, а с конца пятидесятых годов — кислорода. Увеличилась и вместимость печей - с нескольких сотен килограммов до 200 т.

В первых дуговых печах выпускное отверстие было расположено на уровне подины, сталь выпускали по желобу. Позже выпускное отверстие располагали выше уровня жидкой ванны, печи стали наклонять в сторону выпуска, а отверстие закрывали лишь для герметизации рабочего пространства.

ДСП первого поколения характеризовались большой длительностью плавки, малой производительностью и удельной мощностью трансформатора 200—250 кВ·А/т. Наибольшая мощность используемых в этот период трансформаторов достигла 50 МВ·А, вторичное напряжение — 560 В и сила рабочего тока 60 кА. Для питания ДСП использовали первичное напряжение 6, 10 и 35 кВ [1, 2]. Удельное потребление электрической энергии, электродов были достаточно велики. Удельное пылеобразование составляло 6-8 кг/т стали, основной причиной образования пыли было воздействие дуг на шихту и жидкую ванну.

ДСП второго поколения. Применение газообразного кислорода в окислительный период, совершенствование технологии рафинирования жидкой стали, механизированная загрузка металлошихты через верх печи позволили повысить мощность электропечных трансформаторов до уровня 320-450 кВ·А/т стали (печи повышенной мощности). Однако повышение тепловой мощности сказалось на стойкости футеровки, что потребовало изменения цилиндрического профиля стен на более сложный коническо-цилиндрический [2]. Начался этап внепечной обработки стали в агрегате ковш-печь (АКП), предназначенном для рафинирования и доводки расплава по химическому составу и температуре вне ДСП с использованием дугового нагрева малой мощности. Первая такая установка вместимостью 30-т фирмы ASEA-SKF введена в эксплуатацию в 1965 г. в г. Холлер-форсе (Швеция) [1].

За счет увеличения производительности ДСП и сокращения времени плавки снизились потребление электроэнергии и расход электродов. Удельное пылеобразование увеличилось примерно на 0,5 кг на каждый $м^3$ O_2. Увеличение выноса пыли связано с дополнительным механизмом его образования в результате продувки кислородом - всплыванием и разрывом пузырьков CO на поверхности расплава.

ДСП третьего поколения. Третий период в развитии электросталеплавильного производства (1978—1992 гг.) связан с широким внедрением внепечной обработки стали, в частности АКП. Рафинирование и доводку расплава по хи-

мическому составу и температуре, как правило, стали проводить вне ДСП. Обязательными операциями «жидкого» периода в ДСП остались дефосфорация металла, легирование стали некоторыми тугоплавкими элементами и предварительное раскисление, продувка ванны кислородом с целью снижения содержания углерода до заданного уровня и нагрева металла до температуры выпуска.

Использование внепечной обработки стали позволило сократить длительность плавки в ДСП, перейти на одношлаковую технологию. Сокращению продолжительности жидкого периода ДСП способствовало создание системы весового дозирования загружаемых в печь через свод фракционированных шлакообразующих и ферросплавов без отключения печи (1978-1992), использование гидропривода.

Мощность трансформатора возросла до 500 – 750 кВ·А/т (печи высокой мощности или высокомощные). Проблема низкой стойкости кирпичной футеровки сделала необходимым оборудовать ДСП третьего поколения водоохлаждаемыми элементами футеровки стен и свода. При резко возросшей мощности тепловых потерь в 3…5 раз возникла необходимость применения предварительного подогрева металлошихты, совмещения окислительного периода с периодом расплавления и т.п. во избежание нежелательного увеличения удельного расхода электроэнергии.

Для сокращения продолжительности плавления устанавливают оконную и стеновые газокислородные горелки. Количество стеновых горелок мощностью по 3—3,5 МВт доходит до 4 – 6. Это позволило сократить продолжительность плавления в 100-т электропечах до 50—70 мин и снизить расход электроэнергии до 380—420 кВ·ч/т стали [1].

Применение токоведущих рукавов позволило повысить жесткость и надежность электрододержателей, уменьшить диаметр распада электродов и сократить потери электроэнергии. Характерной особенностью третьего этапа (1978—1992 гг.) развития ДСП является широкое внедрение АСУТП [1].

К этому периоду относится ввод в эксплуатацию печей, работающих на металлизованных окатышах, и широкое распространение ДСП постоянного тока (ДСППТ) [3, 6].

На ДСП третьего поколения при классической схеме слива металла через сливной носок при наклоне печи на 40…45° не удается полностью реализовать преимущество применения водоохлаждаемых элементов для повышения стойкости футеровки из-за опасности соприкосновения с жидким металлом. В таких печах также существует проблема отделения окислительного печного шлака от металла при выпуске для последующей внепечной обработки.

Устранение подобных недостатков путем применения донного выпуска жидкой стали привело к созданию ДСП четвертого поколения [2].

ДСП четвертого поколения (начиная с 1992 года) характеризуются удельной мощностью более 800 кВ·А/т стали (печи сверхвысокой мощности или сверхмощные печи). Такие ДСП имеют водоохлаждаемый цилиндрический кожух и плоский металлический водоохлаждаемый свод, за исключением центральной кирпичной секции для установки графитированных или водоохлаждаемых электродов (комбинированный свод) [2].

Первые печи с донным выпуском оснащали устройством выпуска плавки через центральную часть подины, затем ввели в эксплуатацию печи с эксцентричным выпуском, позволяющим периодически сливать расплавленный металл с отсечкой основной части печного шлака и печи более поздней модификации — с эркерным

выпуском. Главным преимуществом печей с донным выпуском является возможность выпуска стали без шлака, что позволяет проводить обработку стали без предварительного скачивания шлака из ковша. Во избежание попадания в ковш шлака (затягивания в «воронку») в печи оставляют 10—12 % металла. Наличие жидкого остатка позволяет на следующей плавке обеспечивать более быстрое расплавление шихты и раннее шлакообразование, что позволяет вести плавку на высшей ступени напряжения без опасения повредить подину и начать раннюю продувку ванны кислородом. Уменьшение угла наклона печи позволило увеличить площадь, занимаемую водоохлаждаемыми панелями стен. Донный выпуск стали из печи в ковш, установленный на сталевозе, позволил разместить печь в шумопылезащитном укрытии.

Очень важным моментом четвертого этапа развития ДСП является освоение технологии плавки **под вспененным шлаком**. Вспенивание шлака путем вдувания порошкообразного углерода в струе кислорода применяют для экранирования электрических дуг и уменьшения их воздействия на стены и свод печи [4]. При этом идет подача в ванну порошкообразного кокса и периодическая загрузка на поверхность ванны извести для поддержания высокой (2,5—3,0) основности шлака. Углерод, вдуваемый в расплав вместе с кислородом, окисляется частично оксидом железа на границе фаз «сталь—шлак», и частично напрямую кислородом. Образующиеся при этом пузырьки CO и CO_2 вспенивают шлак. К моменту «раскрытия» дуг вспененный шлак покрывает всю поверхность ванны, почти полностью экранирует дуги и таким образом исключается прямое облучение нижней части стен, свода и панелей дугами. Выделяющееся в дугах тепло передается ванне, и происходит быстрый нагрев жидкого металла [1]. Коэффициент использования энергии в зависимости от степени экранирования дуг вспененным шлаком составляет 65 - 90 %.

Дуги, погруженные в шлак, горят стабильнее, уменьшаются колебания силы тока и напряжения, что позволяет повысить вводимую в печь мощность примерно на 15 % и, следовательно, сократить токовое время и общую продолжительность плавки и уменьшить удельный расход электроэнергии. В результате увеличения длины дуг и снижения силы тока дуги, а также меньшего бокового расхода при экранировании дуг шлаком снижается расход электродов. Эффективность передачи теплоты топливно-кислородных горелок при вдувании факела в объем вспененного шлака возрастает с 40 % до 70 % по сравнению с вдуванием при плоской ванне. То есть работа горелок становится эффективной не только в период плавления, но и в течение всей плавки, что способствует повышению производительности печи и снижению удельного расхода электроэнергии. Экономия энергии при плавке стали под вспененным шлаком достигает 10—30 кВт·ч/т жидкой стали [5].

При увеличении толщины слоя вспененного шлака увеличивается степень дожигания монооксида углерода в объеме шлака и, следовательно, повышается эффективность передачи теплоты дожигания технологических газов расплавленной ванне, что также способствует снижению удельного расхода электроэнергии и повышению производительности печи. Это способствует снижению выбросов CO в атмосферу. *Снижаются также уровень шумовыделения печи и помехи в электрические сети.*

Кроме того, вспененный шлак адсорбирует образующуюся пыль, поэтому уменьшается выделение пыли и, соответственно, расходы на газоочистку и утилизацию уловленной пыли.

Произошли изменения также в системе улавливания и удаления неорганизованных пылегазовых выбросов ДСП. Недостатки шумопылезащитных камер (называемых «дог-хауз») привели к тому, что их стали замещать герметичными защитными пролетами, переходящими в зонт над ДСП («элефант-хауз»). При такой компоновке ДСП исключаются выбросы газов в атмосферу, а повышенная запыленность околопечного пространства в отдельные периоды работы ДСП не оказывает отрицательного воздействия на обслуживающий персонал, так как большую часть времени он находится в помещении поста управления [1].

Четвертый этап развития ДСП характерен также широким использованием жидкого чугуна. В этом заключено несколько положительных моментов:

- используется физическое и химическое тепло чугуна;
- наличие большого количества углерода в чугуне позволяет использовать его для образования вспененного шлака и отказаться от вдувания порошкообразного кокса;
- при доле чугуна 23—30 % всей массы металлошихты снимается проблема цветных примесей в готовой стали.

С начала девяностых годов жидкий чугун широко используют на крупнейших металлургических комбинатах России: Челябинском, Новокузнецком, Череповецком и Орско-Халиловском. Наиболее выгодным считается применение в шихте 25—30 % жидкого чугуна; при этом удельный расход электроэнергии снижается на 80—100 кВт·ч/т. Без особых усложнений технологии электроплавки в шихте может быть использовано до 40 % чугуна.

Таким образом, ДСП нового поколения можно характеризовать как **энергосберегающие электрометаллургические агрегаты,** где ультравысокая электрическая мощность на плавку вводится на ступенях повышенного вторичного напряжения в режимах пониженных рабочих токов. Стабильно горящие электрические дуги практически полностью экранируются высоким слоем вспененного шлака, печное пространство увеличено в полтора раза, что, в свою очередь, позволяет сократить цикл плавки «от выпуска до выпуска» и обеспечить заданную производительность при меньшей вместимости печи.

Сегодня ДСП практически достигли оптимального предела своих энерготехнологических возможностей: годовая производительность одной электропечи превышает 2 млн. т, длительность расплавления шихты составляет 24 мин, мощность - 200 МВт [3]. Иллюстрацией может служить 180-т ДСП на ММК с трансформатором мощностью 150 МВ·А и годовой производительностью 2 млн. т стали в год.

В последнее время ведущие производители электрометаллургического оборудования предлагают сталеплавильщикам энергосберегающие ультрамощные крупнотоннажные ДСП новой серии. Эти печи с одноразовой завалкой шихты: высота печного пространства над зеркалом ванны примерно в полтора раза увеличена, при этом высокое печное пространство играет роль «шахты» для нагрева столба шихты печными газами.

Недостатки современных ДСП. Современные ДСП вобрали в себя, как достоинства, так и недостатки каждого из примененных видов нагрева, особенно, если они применяются одновременно. К большим недостаткам печей с комбинированным нагревом следует отнести генерируемый дугами и горелками шум, уровень которого достигает 120 дБА (у «старых» ДСП— 103...105 дБА) [6]. Кроме того, отхо-

дящие от печи газы выносят около 135 кВт·ч/т стали энергии, которая чаще всего не утилизируется.

Существенным недостатком является то, что в новой печи возможно проведение только окислительной плавки при высоком (7,5 %...12 %) угаре шихты. В отличие от «старых» ДСП угар шихты возрастает в 2...3 раза, ограничена возможность использования многих легирующих элементов (Mn, Cr, V, Ti, A1 и др.), содержащихся в металлическом ломе, так как они полностью выгорают. В этом случае использование любого легированного лома экономически неэффективно, так как переводит в безвозвратные потери его ценнейшие составляющие, что резко увеличивает потребность в ферросплавах. Возможность получения экономического эффекта от снижения угара легирующих элементов в шихте связана с организацией сортировки металлического лома и выбора сортамента получаемой стали с учетом химического состава шихты.

Процессы с высоким угаром металла и расходом шлакообразующих материалов приводят к образованию большого количества твердых отходов (0,12...0,15 т на тонну стали), которые содержат значительные количества, с одной стороны, вредных, с другой стороны, ценных веществ (Pb, Zn и др.) и создают экономические и экологические проблемы при их утилизации и хранении.

В последнее время появилось несколько направлений совершенствования технологии электроплавки и конструкции дуговых печей. Сейчас на мировом рынке идет конкуренция между такими технологиями как шахтная дуговая печь ШДПФ фирмы «ФАИ ФУКС», ДСП «Consteel» и сверхмощной ДСП нового поколения. Различные производители электросталеплавильных агрегатов декларируют преимущества разрабатываемых печей как с точки зрения технологии и стоимости, так и с точки зрения экологичности.

Основные характеристики крупнотоннажных высокоимпедансных ЭДП[4] в России приведены в таблице 1 (середина 2006 г.) [3][5].

Таблица 1 – Характеристика ЭДП нового поколения

Показатель	Северсталь1*	Северсталь2*	Ревда*	ММК 1*	ММК 2*	КМК**
Вес сливаемого металла, т	125****	125****	120	180	180	100
Мощность трансформатора, МВ·А	80	80	100	150	150	95
Расход: электроэнергии, кВт·ч/т	250-330	250-330	290-365	290-365	365-365	Нет
электродов, кг/т	1,3	1,3	1,6	1,2	1,3	данных
Производительность, тыс. т/год	1100	1100	1000	1800-2000	1800-2000	Нет данных
Время ввода в эксплуатацию, год	1999	2003	2005	Освоение 2006	Монтаж 2006	Освоение 2005
Фирма-разработчик: * ФАИ Фукс;**ВНИИЭТО, реконструировано ВНИИЭТО; *** Даниели; **** Печь с шахтным подогревателем.						

[4] Поскольку современные дуговые печи существенно отличаются от старых, традиционных, часто вместо ДСП используется ЭДП (электродуговая печь).

[5] К сожалению, фактические экологические характеристики работы этих печей недоступны, приходится опираться на косвенные.

Шахтная дуговая печь создана на базе обычной дуговой печи, объем которой увеличен с помощью шахты, устанавливаемой над сводом печи (см. рисунок 1). Шахта, через которую загружают в печь 60 % шихты, может отводиться в сторону для загрузки остальной шихты в печь. Сечение шахты 2,4×6 м позволяет загружать стандартный «европейский» лом в кусках длиной до 1,5 м и массой до 400 кг.

По этой технологии скрап подогревается в шахте печи до температуры 800 °С в потоке отходящих газов и с помощью газокислородных горелок, встроенных в нижней части шахты. При этом максимально используется не только теплота отходящих газов, но и теплота, образующаяся в результате протекания химических экзотермических реакций при дожигании.

Печь оснащена системой донного выпуска, что позволяет уменьшить до минимума риск попадания шлака в ковш. Инертный газ, вдуваемый через продувочные огнеупоры подины, обеспечивает равномерное распределение тепла.

После загрузки первой бадьи в шахту начинается процесс расплавления с помощью горелок и электрической энергии. Для загрузки второй бадьи электроды должны быть подняты на короткий промежуток времени, затем они опускаются и процесс продолжается.

Как только скрап в районе рабочего окна нагревается до необходимой температуры, в работу вводится манипулятор с фурмой. По мере расплавления шихты дистанционно управляемый манипулятор продвигает фурму в печь. Для образования пенистого шлака и экранирования дуги вдувается угольный порошок.

По достижении необходимой температуры и заданного химического состава производят выпуск металла - шахта и свод печи поднимаются, корпус печи наклоняется. При достижении заданной массы в ковше корпус печи автоматически отклоняется назад в позицию удаления шлака. Жидкие металл и шлак в небольшом количестве остаются в печи. Следующая плавка может начинаться после загрузки первых двух бадей. Продолжительность плавки составляет 50...55 мин, в том числе 35...40 мин под током и до 15 мин - вспомогательное время.

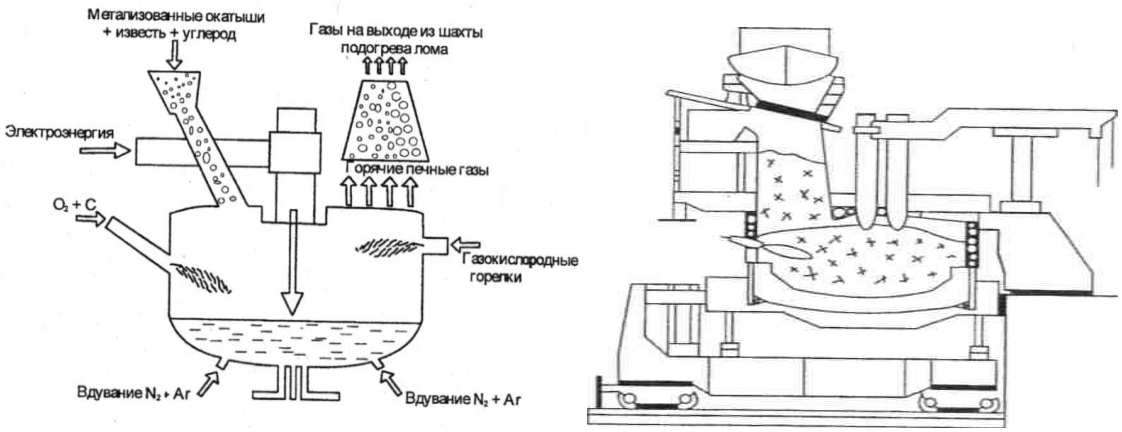


Рисунок 1 – Варианты шахтной дуговой печи

Шихтовый материал, применяемый при выплавке: скрап; железо прямого восстановления; железо, полученное горячим брикетированием; жидкий чугун; карбид железа; чушковый чугун.

Основные преимущества шахтных печей: предварительный подогрев скрапа; экономия электроэнергии до 120 кВт·ч/т; уменьшение эффекта мерцания на 40 %;

снижение расхода электродов на 30 %; увеличение выхода годного металла на 2 %; снижение выброса пыли на 25 %; рост производительности на 40 %, при использовании трансформатора той же мощности; отсутствие необходимости в сушке лома в зимний период; более высокая степень извлечения цинка в пыль [2]. Использование шахты для нагрева лома позволяет утилизировать тепло отходящих газов и потери энергии уменьшаются с 135 (для обычных ДСП) до 65 кВт·ч/т [7].

При подогретом скрапе стабилизируется ввод мощности и уменьшается эффект фликкера по сравнению с обыкновенной печью. Коэффициент полезного действия вводимой электрической энергии повышается благодаря зажиганию дуги на подогретом ломе.

Технология *Consteel* – запатентованное фирмой *«Techint Technologies»* (Италия) название процесса выплавки электростали с непрерывной загрузкой горячей шихты [7-10]. Она имеет две главные особенности, которые делают ее отличной от большей части других технологий: предварительный подогрев и непрерывная загрузка шихты. Это обеспечивает существенные экологические преимущества – высокую производительность и гибкость производства одновременно со снижением отрицательного влияния на окружающую среду.

Схематически процесс *Consteel* показан на рисунке 2. Скрап загружается на конвейер магнитными кранами и перемещается по поверхности конвейера пульсирующими движениями и через специальное загрузочное окно в кожухе печи поступает в печь. В туннеле скрап нагревается отходящими печными газами. Дожигание СО протекает частично в печи и частично в туннельном нагревателе. На участке подогрева скрапа оксид углерода (СО), содержащийся в отходящих газах, окисляется в результате автоматической подачи необходимого количества воздуха. При протекании экзотермических реакций выделяется дополнительное количество тепла, поглощаемое скрапом.

Рисунок 2 – Принципиальная схема процесса *Consteel*

В печи постоянно оставляется жидкий металл. В процессе непрерывной загрузки скрапа происходит его постепенное погружение в ванну и расплавление

(растворение). Электрические дуги горят на жидкаю ванны, поэтому горение дуг стабильно в течение всей плавки и не подвержено возмущающему влиянию коротких замыканий электродов на твердых кусках скрапа, как это происходит в случае периодической загрузки шихты. Это способствует снижению пылеобразования. Система управления автоматически регулирует подачу скрапа для поддержания заданной температуры ванны, расхода кислорода и угольной пыли для вспенивания шлака. Металл и шлак практически находятся в равновесии, поэтому **протекание бурных реакций маловероятно, это также способствует снижению пылеобразования.**

При непрерывной подаче чугуна осуществляется эффективный контроль за содержанием углерода в ванне, в результате обеспечивается безопасность технологических операций, возможность вспенивания шлака, контроль химического состава.

В печь вдувают угольный порошок в струе кислорода, в результате в печной атмосфере образуются оксиды CO и CO_2. Поддерживая содержание углерода в ванне на уровне 0,15-0,24 %, удается оптимизировать процесс вспенивания шлака **с исключением бурной реакции окисления углерода в ванне.**

Свод печи всегда закрыт, отсос отходящих газов (первичных выбросов) из рабочего пространства производится постоянно, нет необходимости в улавливании неорганизованных выбросов. Количество пылегазовых выбросов, поступающих на очистку, существенно сокращается.

Предварительный подогрев шихты позволяет значительно сократить расход технологической электроэнергии на расплавление. При средней температуре подогрева скрапа от 400 °С до 600 °С и полноте расплавления от 70 % до 80 % массы завалки экономия энергии составляет 80…120 кВт·ч на тонну жидкой стали.

Срок службы водоохлаждаемых стен, свода и фурм печи существенно выше, поскольку отсутствует прожигание дугами или из-за ударов кусков скрапа при бадьевой загрузке, соответственно снижается риск попадании воды в печь. Все это создает более безопасные и комфортные условия работы персонала. По сравнению с обычной ДСП, удельный расход технологической электроэнергии на плавление снижается на 160 кВт·ч, расход электроэнергии на систему газоотсоса и газоочистки на 13 кВт·ч; продолжительность периодов плавления/рафинирования много меньше, чем при обычной электроплавке.

Сравнительная экологическая характеристика современных ЭДП. В зависимости от марки стали, характеристик используемого сырья, технологических приемов – технологические и экологические показатели могут существенно различаться. На запыленность выбрасываемых в атмосферу газов влияют как технологические характеристики процесса (интенсивность их образования в процессе завалки, механизм формирования пыли, ее дисперсность, длительность работы под током, эффективность очистки). Производители приводят средние показатели, и подчас сравнение разных агрегатов по ним может быть некорректным. Технико-экологические расчеты, проведенные для плавки низколегирован-

ной стали на основе материального баланса по усовершенствованной методике[6] [11] (см. таблицу 2 и 3) для трех типов современных печей (ШДПФ, ДСП, *Consteel*) показали, что выход жидкой стали больше в ДСП *Consteel* (94%), меньше всего в современной ДСП (91%). Общие выбросы газов в ДСП *Consteel* меньше (31 м^3/т), больше всего в ШДПФ (52 м^3/т).

Таблица 2 – Угар и выбросы пыли из печей

Вещество	Химический состав пыли					
	ДСП		ШДПФ		ДСП Consteel	
	кг за плавку	кг/т стали	кг за плавку	кг/т стали	кг за плавку	кг/т стали
SiO_2	383,92	2,83	287,89	2,09	241,04	1,71
MnO	52,43	0,39	38,73	0,28	41,54	0,29
Cr_2O_3	42,82	0,54	31,88	0,23	36,39	0,26
Ni	1,85	0,01	1,37	0,01	1,85	0,01
MgO	68,80	0,51	34,81	0,25	41,44	0,29
CaO	309,43	2,28	296,21	2,15	299,34	2,12
Al_2O_3	7,00	0,05	7,91	0,06	3,16	0,02
Fe_2O_3	**14 066,99**	**103,52**	**9122,49**	**66,25**	**8978,40**	**63,52**
Угар, итого	14 933,23	109,89	9821,31	71,32	9 643,16	68,22
Выбросы пыли		16,48		10,70		10,23

Таблица 3 – Выбросы технологических газов

Содержание газов	Состав газов											
	ДСП				ШПФ				ДСП *Consteel*			
	кг за плавку	м^3 за плавку	%	кг/т стали	кг за плавку	м^3 за плавку	%	кг/т стали	кг за плавку	м^3 за плавку	%	кг/т стали
CO	2011,6	1609,3	25,4	**14,8**	1538, 7	1230,9	19,2	**11,1**	277,5	222,0	4,8	**1,9**
CO_2	5288,2	2692,2	66,6	38,9	5919,0	3013,3	73,7	42,6	4971,1	2530,8	86,3	35,2
H_2	1,0	10,8	0,01	0,007	0,9	9,8	0,01	0,01	2,1	23,7	0,04	0,002
N_2	623,2	498,6	7,9	4,6	570,1	912,2	7,1	4,1	510,5	408,4	8,9	3,6
Итого	7923,9	4810,8	100,0	58,3	8028,6	5166,2	100,0	57,8	5761,2	3184,9	100,0	40,8

Экологические показатели всех трех печей, работающих с использованием новых технологий, в целом отвечают современным требованиям, поскольку существенно снижается расход электроэнергии и электродов, улучшаются условия работы персонала и снижаются выбросы загрязняющих веществ в окружающую среду. Однако увеличивается количество отходов, в том числе, количество уловленной пыли. В результате выход металла уменьшается. Показательно, что в ДСП *Consteel* удается существенно снизить выбросы CO и CO_2.

Удельные выбросы пыли из ДСП *Consteel* и ШДПФ в полтора раза ниже, чем в обычном ДСП. Это связано с тем, что при использовании шахты для подогрева лома более 25 % образующейся пыли осаждается на холодном ломе и возвращается обратно в печь. Наименьший выброс пыли наблюдается у ДСП *Consteel*, где около 60 % осаждается на металлошихте в зоне подогрева и возвра-

[6] Данная методика расчета дает общий угар, принято, что выбросы пыли составляют 15 % от общего угара.

щается в печь. Кроме того, у неё свод печи практически не открывается во время плавки, а в самой печи создается небольшое разрежение, так что пыль не попадает на рабочую площадку и нет необходимости отсоса неорганизованных выбросов, что способствует улучшению работы газоочистки.

Следует отметить, что, несмотря на то, что в шахте ШДПФ пыль фильтруется и количество пыли уменьшается, по сравнению с обычным ДСП, однако доля мелких, субмикронных фракций может возрастать на 30…40 % и снизить эффективности газоочистки. При снижении эффективности электрофильтров с 97 до 92% остаточная запыленность выбрасываемых в атмосферу газов увеличится в 2 раза. Для повышения их эффективности влагосодержание газов доводят до 40…45 г/нм^3 сухого газа.

Таким образом, минимальное количество пыли и газов образуется в ДСП с системой *Consteel*. Эти агрегаты имеют еще ряд неоспоримых преимуществ по сравнению с другими сталеплавильными агрегатами. Две другие печи (ШДПФ и ДСП нового поколения) при прочих равных условиях уступают ей как с точки зрения экологии (ущерб, наносимый атмосфере вредными выбросами больше), так и с точки зрения экономии ресурсов (выход жидкого металла меньше).

В работе проанализированы экологические характеристики сталеплавильных агрегатов и приведены предварительные результаты. Для разработки новых подходов и проведения детального анализа современных агрегатов необходимы фактические данные, особенно по выбросам в окружающую среду и образованию отходов. Этот процесс находится на стадии накопления.

Библиографический список

1 Зинуров И.Ю., Киселев А.Д., Галян В.С. Этапы развития ДСП // Электрометаллургия. – 2006. – № 10. – С. 6-15.
2 Конструкции и проектирование агрегатов сталеплавильного производства / В.П. Григореьв, Ю.М. Нечкин, А.В. Егоров и др. – М.: МИСиС, 1995. – 512 с.
3 Электородуговые печи нового поколения как фактор обновления сталеплавильного производства / В.Д. Смоляренко, А.Н. Попов, А.Г. Девитайкин и др. // Электрометаллургия. – 2006. – № 11. – С. 7-14.
4 Применение комбинированных инжекционных систем в ЭДП / П. Моксон, А. Абель, Х. Кнапп и др. // Черные металлы. – 2004. – Апрель. – С 89-92.
5 Лопухов Г.А. Применение кислорода в дуговых сталеплавильных печах // Электрометаллургия. – 2005. – № 3. – С. 3-27.
6 Малинвский В.С., Дубинская Ф.Е. Технико-экономические и экологические аспекты альтернативных технологий плавки металла в дуговых печах // Электрометаллургия. – 1999. – № 3. – С. 8-16.
7 Арджента П., Бианчи Ферри М. Выплавка электростали с непрерывной загрузкой горячей шихты // Электрометаллургия. – 2003. – № 5. – С. 27-34.
8 Материалы фирмы Techint Technologies (Италия) // Электрометаллургия. – 2004. – № 3. – С. 40-43.
9 Лопухов Г.А. Первая в Европе печь Consteel // Электрометаллургия. – 2000. – № 8. – С. 46-47.

10 Воронова Г.П. Технологический процесс Consteel на заводе “ORI MARTIN”, Италия // ОАО «Черметинформация». Новости черной металлургии за рубежом. – 2003. – № 3. – С. 34-35.
11 Еднерал Ф.П., Филиппов А.С. Расчеты по электрометаллургии стали и ферросплавов. – М.: Металлургиздат, 1962. – 231 с.

УДК 669.187.2

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЫЛИ

Симонян Л.М., Хилько А.А.

Национальный исследовательский технологический университет МИСиС г. Москва

Электросталеплавильная пыль, образующаяся в ДСП, имеет больший разброс в размерах частиц, поскольку содержит как возгоны цветных металлов и их оксидов, так и крупные частицы, вынесенные потоком газа из печи. Химический состав пыли тоже колеблется в широких пределах.

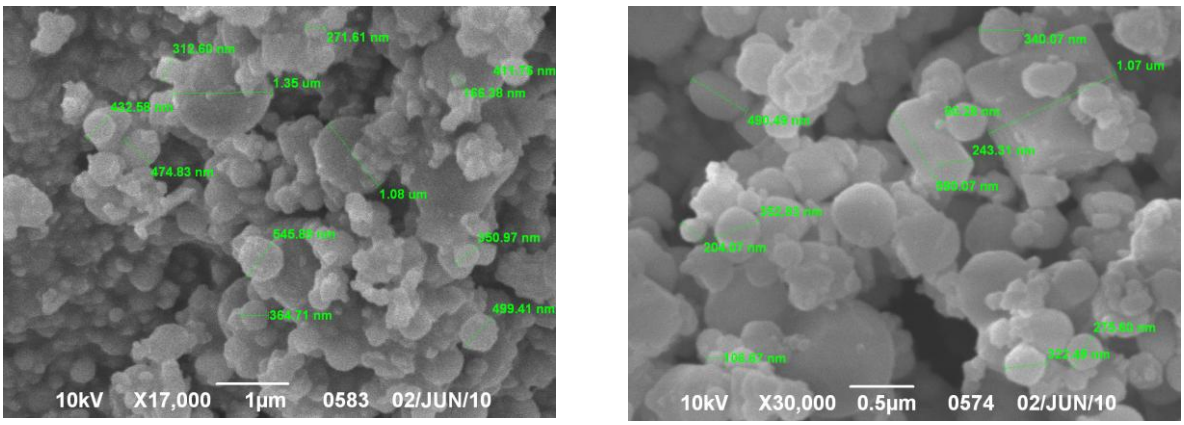
В работе [1] рассмотрена основные свойства пыли ШДСП и возможность извлечения из пыли таких ценных компонентов как цинк и свинец. В настоящей работе изучены характеристики частиц электросталеплавильной пыли и основные механизмы их формирования с целью выявления возможности дальнейшего ее непосредственного использования без предварительной обработки.

На рисунках 1-4 приведены электронные фотографии разных фракций пыли из бункера рукавных фильтров системы очистки ШДСП.

Фотографии выполнены на сканирующем электронном микроскопе фирмы JEOL, Япония[7]. На нижней части (слева направо) каждой фотографии указано: ускоряющее напряжение в кВ, при котором выполнен снимок; увеличение; риска, которая позволяет оценить размер частиц; порядковый номер фотографии; дата эксперимента. На некоторых фотографиях показан размер отдельных частиц (отмечено зеленым цветом).

На рисунке 1 видно, что порошок очень неравномерный по составу. При увеличении в 17000 раз (рисунок 1-а) также видны частицы различных форм и размеров, некоторые составляют собой сплошную массу. При увеличении в 30 000 раз (рисунок 1-б) отчетливо видно наличие как сферических частиц диаметром от 80 до 300 нм, так и больших кристаллов прямоугольной формы с размерами до микрона и более.

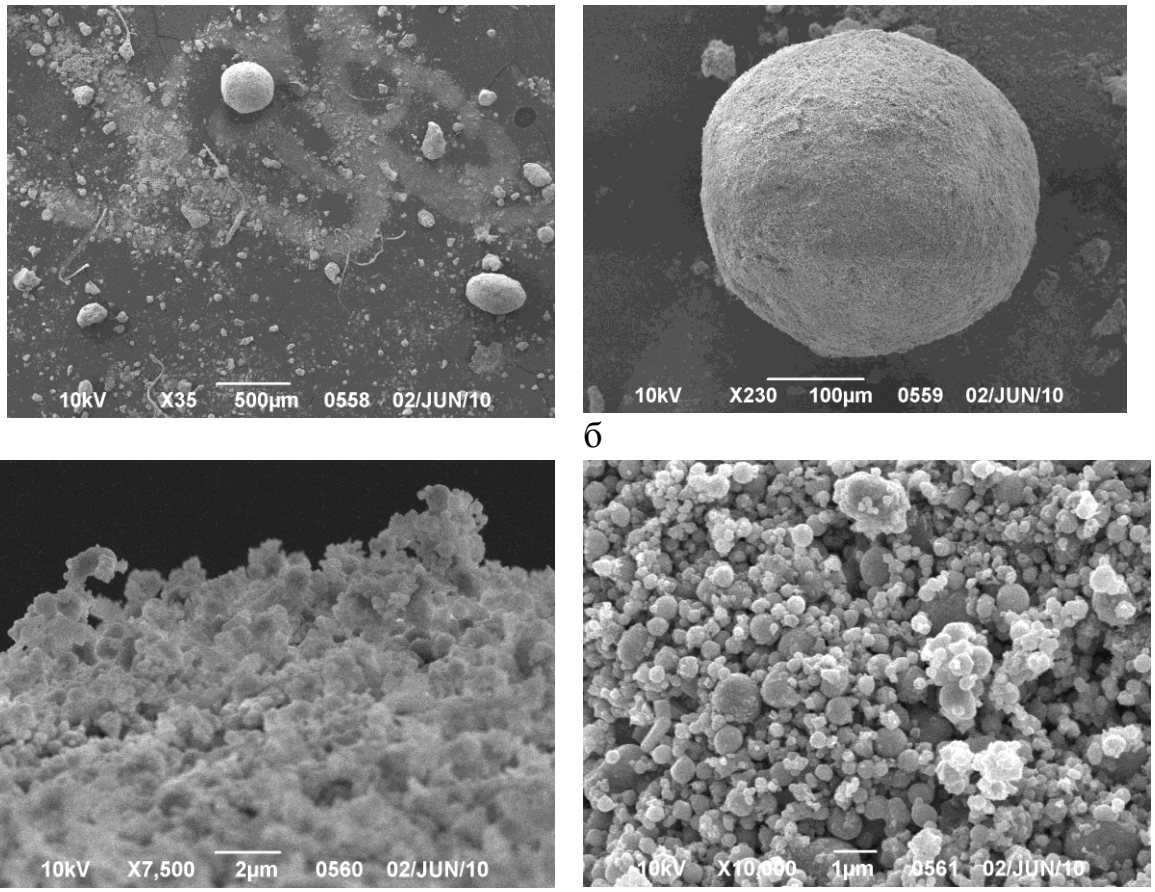
[7] Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна (профессор Лысенко А.А.)



а б

Рисунок 1 – Электронные микрофотографии крупной фракции электросталеплавильной пыли

Микроскопический анализ отдельной сферической частицы приведен на рисунке 2, **а** и **б** – общий вид частицы при разных увеличениях, **в** и **г** – при увеличении в 7500 и 10000 раз сбоку и сверху.



а б

в г

Рисунок 2 – Электронные микрофотографии сферической частицы электросталеплавильной пыли

При небольшом увеличении (35 раз) видны крупные округлые частицы размером 0,5 мм. Среди этих частиц встречаются нитевидные образования,

природа которых не ясна. Это могут быть артефакты – внешние привнесенные включения, загрязнения, либо какие-то структуры, образующиеся в процессе получения порошков. Поверхность этой сферической частицы при большем увеличении (вид сбоку) представляет собой рыхлую массу, образованную отдельными, в основном округлыми, частицами. На поверхности этой сферической частицы при большем увеличении (вид сверху) отчетливо видны частицы с диаметром менее 1 мкм.

На рисунке 3 приведены электронные микрофотографии средней фракции электросталеплавильной пыли. Можно видеть округлые частицы различных размеров: от 175 нм до 2 мкм, слипшиеся в единую массу. В образце порошка присутствуют также крупные образования слоистой структуры, а также игольчатые и пластинчатые образования.

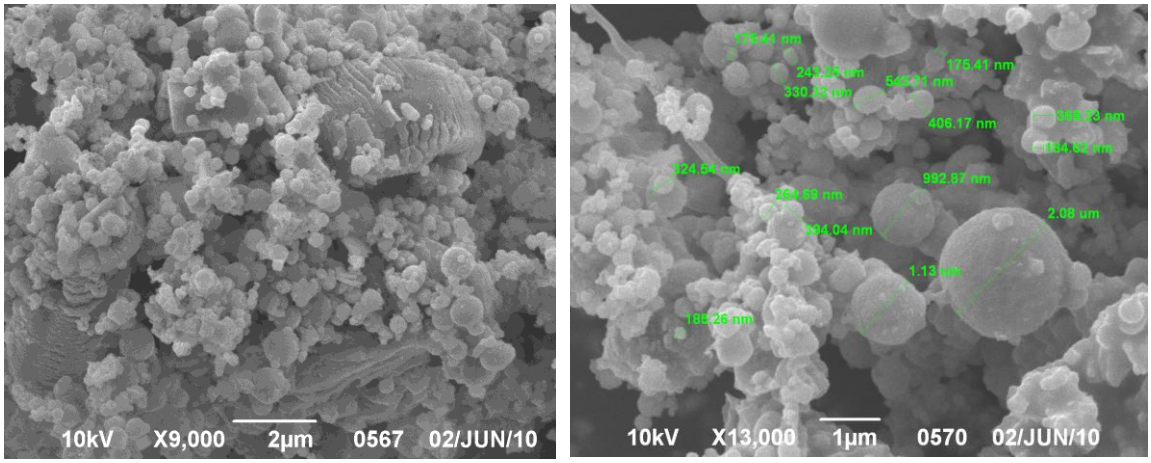
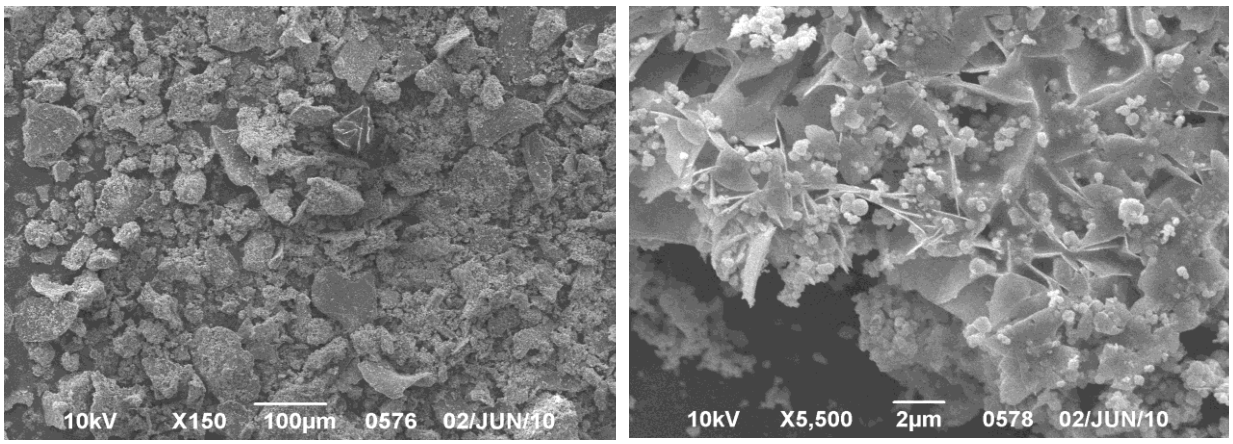


Рисунок 3 – Электронные микрофотографии средней фракции электросталеплавильной пыли

Необычные структуры наблюдаются в фотографиях легкой фракции (рисунок 4). Образцы пыли получены вымыванием верхнего слоя суспензии пыли в воде. Хотя размеры частиц могут отличаться более чем на 8 порядков, плотности веществ, входящих в состав аэрозолей, различаются между собой в несколько раз (приблизительно от 0,7 до 4 г/см^3), это позволяет достаточно просто отделить легкую фракцию.

Как видно на рисунке 4, частицы порошка имеют неправильную форму, свойственную обломкам твердых тел, что свойственно для пыли сыпучих материалов. В нем присутствуют также мелкие частицы, округлой формы. Некоторые образования имеют кристаллическую структуру. Можно предположить, что мелкие округлые частицы представляют собой мелкодисперсную фракцию электросталеплавильной пыли, которые увлеклись легкой фракцией в процессе вымывания при их разделении. Природа кристаллической структуры легкой фракции пока невыяснена.



а б

Рисунок 4 – Электронные микрофотографии средней фракции электросталеплавильной пыли

Химический состав частиц может быть самым разнообразным и определяется как исходными материалами, так и способами образования этих частиц. В металлургии, особенно в сталеплавильном производстве, часто приходится иметь дело с композитными частицами, составленными из нескольких химических веществ. Электросталеплавильная пыль формируется в окислительных условиях, поэтому содержит оксиды компонентов, входящих в состав шихты.

Элементный состав электросталеплавильной пыли, определенный методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (температура проведения анализа - 10 000 ˚С) приведен ниже:

Определяемые элементы, % масс.													
Fe	Al	As	*C*[8]	Ca	Cr	Cu	K	Mn	Ni	Pb	Zn	*S*	SiO_2[9]
24,3	0,5	<0,05	*7,9*	3,0	0,24	0,15	0,23	2,2	0,05	2,0	13,0	*2,23*	*9,7*

Анализ пыли на содержание углерода и серы проводили методом инфракрасно-абсорбционной спектроскопии на приборе CS-***230IH*** фирмы LECO Corporation. Метод основан на сжигании навески пробы в токе кислорода в присутствии плавня при температуре ***1700***°С и определении количества образовавшихся оксида углерода (CO_2) и оксида серы (SO_2) путем измерения поглощенного ими инфракрасного излучения.

Пыль содержит более 50% оксидов железа, причем основная доля, как это показали исследования [1, 2], приходится на магнетит - Fe_3O_4. В данном образце пыли содержится большое количество оксидов цинка и свинца, источником которых может быть шихта. Несколько неправдоподобным кажется высокое содержание серы (~2 %), которое не характерно для электросталеплавильной пыли.

Обобщая полученные результаты, можно сделать вывод о том, что

[8] С и S – определены методом инфракрасно-абсорбционной спектроскопии
[9] SiO_2 – определен гравиметрическим методом

электросталеплавильная пыль формируется на стадии «тумана», поскольку в ней полидисперсные частицы имеют шарообразную форму. Это бывает тогда, когда мельчайшие капли при коагуляции, сливаясь, образуют вновь шарообразную капельку. Однако в пыли наблюдается большое количество частиц неправильной формы, слипшиеся колонии из сферических частиц. Это бывает в том случае, когда сталкивающиеся капли состоят из очень вязких жидкостей и процесс слияния в одну шарообразную каплю тормозится, происходит только их слипание. Эти «неправильные» частицы также имеют нормальную плотность, равную плотности вещества, из которого они были получены.

На микрофотографиях видны также рыхлые частицы разных форм, следовательно, при конденсации паров металлов – одновременно с частицами с нормальными плотностями образуются частицы с плотностью, значительно меньшей, чем плотность металла. Это может быть вызвана тем, что часть частиц состоит из чистого металла, а часть покрыта более или менее толстым слоем оксидов. Так как плотность этих оксидов значительно меньше плотности металла, то плотность образующихся комплексов тоже ниже, но, кроме того, покрытые слоем оксидов капельки металла не сливаются при соприкосновении друг с другом, а, слипаясь, дают агрегаты подобно твердым частицам. Кажущаяся плотность этих агрегатов иногда в десятки раз меньше плотности самого металла.

Наряду с частицами сферической формы в изученной пыли обнаружены частицы кристаллической формы. Обычно правильную кристаллическую форму в дымах имеют первичные частицы, образующиеся путем непосредственного перехода пар-кристалл; если же образование дыма идет путем конденсации пара в виде жидких капелек и последующего затвердевания их, частицы дыма могут иметь как кристаллическую форму, так и форму шариков. Первичные дымовые частицы для ряда металлов и их оксидов так малы, что даже на электронных микрофотографиях невозможно определить ни их формы, ни размера (например, ZnO, PbO) [1, 3].

Как было показано на фотографиях (рисунок 4), частицы легкой фракции имеют неправильную форму, свойственную обломкам твердых тел. Однако ряд частиц имеют упорядоченную, кристаллическую структуру. Это связано с тем, что при разрушении вещества даже мельчайшие частицы сохраняют свойственную данному веществу форму.

Причина большого числа агрегатов, наблюдаемых в микрофотографиях изученной пыли может быть связана как с коагуляцией индивидуальных дымовых или пылевых частиц, в результате их слипания (в отличие от слияния), так и с неполной дезагрегацией порошкообразных тел при их переходе в состояние аэрозоля.

Число индивидуальных частиц, содержащихся в агрегатах, может колебаться в чрезвычайно широких пределах [3, 4]. Известно, что скорость

тепловой коагуляции[10] аэрозолей увеличивается с уменьшением размера частиц; при этом возрастает и прочность агрегатов, их способность противостоять диспергирующему воздействию турбулентности и т. п. Поэтому, чем мельче первичные частицы в аэрозолях, тем сильнее выражена их агрегация. Системы с высокодисперсными первичными частицами, как правило, состоят из агрегатов и содержат индивидуальные частицы в виде исключения. Способность давать агрегаты того или другого типа зависит от природы дисперсной фазы и газовой среды, от наличия электрического поля и т. д.

Если на броуновское движение накладывается упорядоченное движение частиц под действием гидродинамических, электрических, гравитационных и других сил, как это имеет место в ДСП, скорость упорядоченного сближения частиц может быть настолько большой, что будет практически определять скорость коагуляции, которая в этом случае делается независимой от броуновского движения частиц. Это относится также к коагуляции аэрозолей с заряженными частицами, которые образуются в районе дуг.

Заключение. Анализ пыли ШДСП показал, что она неоднородна, полидисперсна, образована в результате различных процессов, протекающих в печи, содержит как дымовые частицы, так и пылевые от неорганизованных выбросов. В таком виде эту пыль без предварительной подготовки нельзя использовать самостоятельно в процессах, где широко используется мелкодисперсный магнетитовый порошок. Пыль необходимого качества можно получить, если печные газы очищать отдельно от неорганизованных выбросов, а процесс плавки в ДСП проводить непрерывно (равномерно), как это проводится в печи системы «Констил».

Библиографический список

1. Симонян Л.М., Хилько А.А., Зубкова С.В. Свойства электросталеплавильной пыли и анализ возможных направлений её использования // Электрометаллургия. 2010. № 8, с. 28-34.
2. Стовпченко А. П., Камкина Л. В., Пройдак Ю. С., Кучеренко О.Л., Бондаренко М.Ю. Теоретические и экспериментальные исследования состава и восстановимости пыли дуговых сталеплавильных печей. //Электрометаллургия. 2009. № 8, с. 29-36
3. Фукс Н. А. Механика аэрозолей. – Изд. Академии Наук СССР, Москва, 1955, 353 с.
4. Грин Х., Лейн В. Аэрозоли – дымы, пыли и туманы. Л.: Химия, 1972. 428 с.

[10] т.е. вызванной броуновским движением; теория тепловой коагуляции разработана М.Смолуховским

УДК 661.715.2:543.27

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИРОДНЫХ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ

Журавлева Н.В., Потокина Р.Р.

ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр, г. Новокузнецк

Необходимость изучения и оценки газоносности угольных пластов обусловлена, прежде всего, созданием безопасных условий труда на шахтах, а также для промысловой добычи метана − ценного углеводородного сырья. В России общие ресурсы по этому энергоносителю оценивается почти в 50 трлн. м^3, а в Кузбассе – 13 трлн. м^3. На Талдинском угольном месторождении компания ООО «Газпром добыча Кузнецк» запустила первый в России промысел по добыче угольного метана. Стабильный уровень добычи метана угольных пластов в Кузбассе планируется в объеме 4 млрд. м^3 в год. В долгосрочной перспективе для удовлетворения потребностей в газе других регионов юга Западной Сибири планируется добыча в объеме 18–21 млрд. м^3 в год.

Угольные пласты и вмещающие породы содержат природные газы, которые образовались в результате разложения и метаморфизма органического вещества и газовых компонентов воздуха, проникающих в них с поверхности. Основным компонентом природных газов угольных пластов, не затронутых процессами газового выветривания, является метан. Концентрация его в составе газа угленосных толщ изменяется от 0 до 98%, возрастая с увеличением глубины залегания пласта. В зоне же газового выветривания угольных пластов содержится в основном азот и углекислый газ, концентрация которых закономерно уменьшается с глубиной. Углеводороды метанового ряда (этан, пропан, бутан и др.), водород и оксид углерода встречаются обычно в незначительных количествах, но в отдельных случаях концентрация их достигает 10%. Содержание перечисленных газов в рудничной атмосфере в количествах, превышающих допустимые нормы, отрицательно влияет на условия подземной разработки угольных месторождений.

На практике природное газовое топливо уже сейчас стало одним из самых эффективных моторных топлив, одновременно снижая интенсивность загрязнения атмосферы на 40-60 % [1]. Природный топливный компримированный (сжатый) газ получают из горючего природного газа, транспортируемого по магистральным газопроводам или городским газовым сетям, компримированием и удалением примесей на газонаполнительной компрессорной станции по технологии, не предусматривающей

изменения компонентного состава и утвержденной в установленном порядке.

Природные газы угольных пластов, добываемые для использования в качестве энергоносителей, должны соответствовать определенным параметрам качества, определение которых предусматривает использование широкого перечня физико-химических методов исследований.

Цель данной работы – представить комплексный подход к оценке основных физико-химических параметров природного газа угольных пластов на примере изучения природного газа Талдинского угольного месторождения

Отбор проб газа.

Для отбора проб газа из линий высокого давления использовались двугорлые пробоотборники БДП-12-2-9,8 («Poisk», г. Москва) с максимальным рабочим давлением до 150 кгс/см^2. При определении смолы, пыли, сероводорода и меркаптановой серы для отбора проб газа использовали газовый счетчик барабанного типа ГСБ-400.

Определение компонентного состава природных горючих газов.

Метод основан на сочетании газожидкостной и газоадсорбционной хроматографии с использованием детекторов по теплопроводности (ДТП) и пламенно-ионизационных детекторов (ПИД). Углеводороды С1-С6 разделяют методом газожидкостной хроматографии, а неуглеводородные компоненты (водород, кислород, азот, оксид углерода и диоксид углерода) – методом газоадсорбционной хроматографии [2].

Определение углеводородов в природных газах проводилось на хроматографе «Хромалэк-Кристалл-5000.2» (ЗАО СКБ «Хроматэк», г. Йошкар-Ола) с пламенно-ионизационным детектором. Разделение смеси осуществлялось на капиллярной колонке HP-PLOT/Q (30 м х 0,53 мм, толщина привитого слоя полистирол-дивинилбензола – 40,0 мкм). Условия хроматографирования: начальная температура колонки – 50 °С, градиент температуры до 160 °С со скоростью 10 °С/мин, градиент температуры до 200 °С со скоростью 15 °С/мин; расход газа-носителя (азот) – 12,5 мл/мин, расход водорода – 25 мл/мин, расход воздуха – 250 мл/мин, температура детектора (ПИД) – 250 °С, температура испарителя – 150 °С, температура крана-дозатора – 120 °С.

Определение неуглеводородных компонентов проводилось на хроматографе «Хромалэк-Кристалл-5000.2» (ЗАО СКБ «Хроматэк», г. Йошкар-Ола) с детекторами по теплопроводности, метанатором и пламенно-ионизационным детектором. В процессе хроматографирования пробы газа на набивных колонках Carbosieve SII (3 м х 2 мм, 80/100 меш) и Hayesep Q (1,5 м х 2 мм, 80/100 меш) происходит разделение водорода, оксида углерода, метана и диоксида углерода. Далее водород, метан и диоксид углерода детектируются на первом ДТП. Оксид углерода и диоксид углерода оп-

ределяются на ПИД после каталитического восстановления этих компонентов до метана в метанаторе. На колонках СаА (2 м х 3 мм, 60/80 меш) и Carbosieve SII (3 м х 2 мм, 80/100 меш) осуществляется разделение азота и кислорода с последующим количественным определением на втором ДТП. Условия хроматографирования: изотермический режим при 100 °С; расход газа-носителя (аргон) – 15,0 мл/мин, расход водорода – 30 мл/мин, расход воздуха – 300 мл/мин, температура детектора ДТП – 100 °С, температура детектора ПИД – 200 °С, температура испарителя – 150 °С, температура крана-дозатора – 100 °С, температура метанатора – 325 °С.

Обработка результатов анализа проводилась с помощью программного обеспечения «Хроматэк Аналитик 2.5»

Расчет физических параметров природного газа.

Вычисление высшей теплоты сгорания, низшей теплоты сгорания, абсолютной плотности, относительной плотности и числа Воббе осуществляли по известному компонентному составу газа при стандартных условиях измерений по ГОСТ 31369-2008 [3] с помощью программы «Хроматэк Природный газ», версия 2.0 (ЗАО СКБ «Хроматэк», г. Йошкар-Ола). Расчет октанового числа газа выполняли в соответствии с [4] по известному компонентному составу.

Определение содержания смолы и пыли.

Сущность метода заключается в осаждении смолы и пыли из газа на фильтре и установлении количества осажденных веществ взвешиванием [5].

Для определения содержания смолы и пыли применяли: счетчик газовый барабанный типа ГСБ-400, трубки хлоркальциевые типа ТХ-U-2 и ТХ-U-3, кальций хлористый гранулированный, вату гигроскопическую, весы аналитические 2-го класса.

Наличие смолы и пыли определяли качественно, для этого пропускали через ватный фильтр 500 дм^3 газа со скоростью 75-80 дм^3/ч. При отсутствии налета на фильтре отмечали, что смола и пыль в газе отсутствуют. При обнаружении налета на фильтре проводили количественное определение.

Определение содержания сероводорода и меркаптановой серы.

Определение проводили методом фотоколориметрии по ГОСТ 22387.2-97 [6].

Сероводород из испытуемого газа поглощали подкисленным раствором уксуснокислого цинка (или уксуснокислого кадмия при отсутствии в газах меркаптанов), а затем фотоколориметрически определяли метиленовый синий, образующийся в кислой среде при взаимодействии сульфида цинка с N,N-диметил-*п*-фенилендиамином в присутствии хлорного железа.

Меркаптаны поглощали щелочным раствором хлористого кадмия из предварительно очищенного от сероводорода испытуемого газа, затем фотокалориметрически определяли метиленовый красный, образующийся при взаимодействии меркаптида кадмия с N,N-диметил-*п*-фенилендиамином в присутствии хлорного железа.

Определение содержания паров воды.

Определение проводили по ГОСТ 20060-83 [6] конденсационным и сорбционным методами.

Конденсационный метод заключается в измерении температуры равновесия между образованием и испарением росы на поверхности металлического зеркала, контактирующей с анализируемым газом. Метод применяется для определения температуры точки росы влаги в газах, не содержащих капельной жидкости и точка росы углеводородов которых не превышает точки росы влаги более чем на 5 °С.

Сущность сорбционного метода заключается в поглощении паров воды из природного газа гигроскопичным материалом датчика с последующим определением количества сорбированной воды пьезоэлектрическим методом.

Для определения содержания паров воды в природном горючем газе использовали анализаторы двух типов: портативный анализатор влажности Cermax I.S. («Michell Instruments Ltd.», Англия) с керамическим пьезоэлектрическим датчиком и гигрометр взрывобезопасного исполнения Торос-3-1М (ООО «Белтехприбор», г. Белгород) конденсационного типа. Оригинальная система фиксации момента конденсации и наличие фильтров в гигрометре Торос-3-1М исключает влияние на точность и работоспособность гигрометра примесей гликолей, высококипящих углеводородов, компрессорного масла. Анализатор влажности Cermax I.S. может быть использован для определения паров воды в линиях высокого давления (до 250 кгс/см^2) с пределом определения точки росы влаги до - 120 °С.

Определение степени одоризации горючих газов.

У природного газа запах отсутствует. Для того чтобы определить утечку, газ одоризируют (то есть придают ему специфический запах). Проведение одоризации осуществляется путем использования этилмеркаптана. Норма одоризации 16 г на 1000 м^3 газа. Осуществляют одоризацию на газо-распределительных сетях. При попадании в воздух 1 % природного газа начинает ощущаться его запах.

Интенсивность запаха горючего газа определяли в соответствии с ГОСТ 22387.5-77 [6] приборным методом с использованием прибора для приготовления газовоздушных смесей ОО-4 (РУП «Белгазтехника», г. Минск).

Результаты исследований.

Изучение качественного и количественного состава углеводородов методом газожидкостной хроматографии с использованием капиллярной колонки HP-PLOT/Q («Agilent Technologies», США) возможно с высокой селективностью и точностью. Хроматограмма многокомпонентной поверочной газовой смеси приведена на рисунке 1. В условиях программирования температуры обеспечивается полное разделение компонентов пробы за 25-30 мин. Для построения калибровочных зависимостей использовали аттестованные поверочные газовые смеси ООО «Мониторинг» (г. Санкт-Петербург).

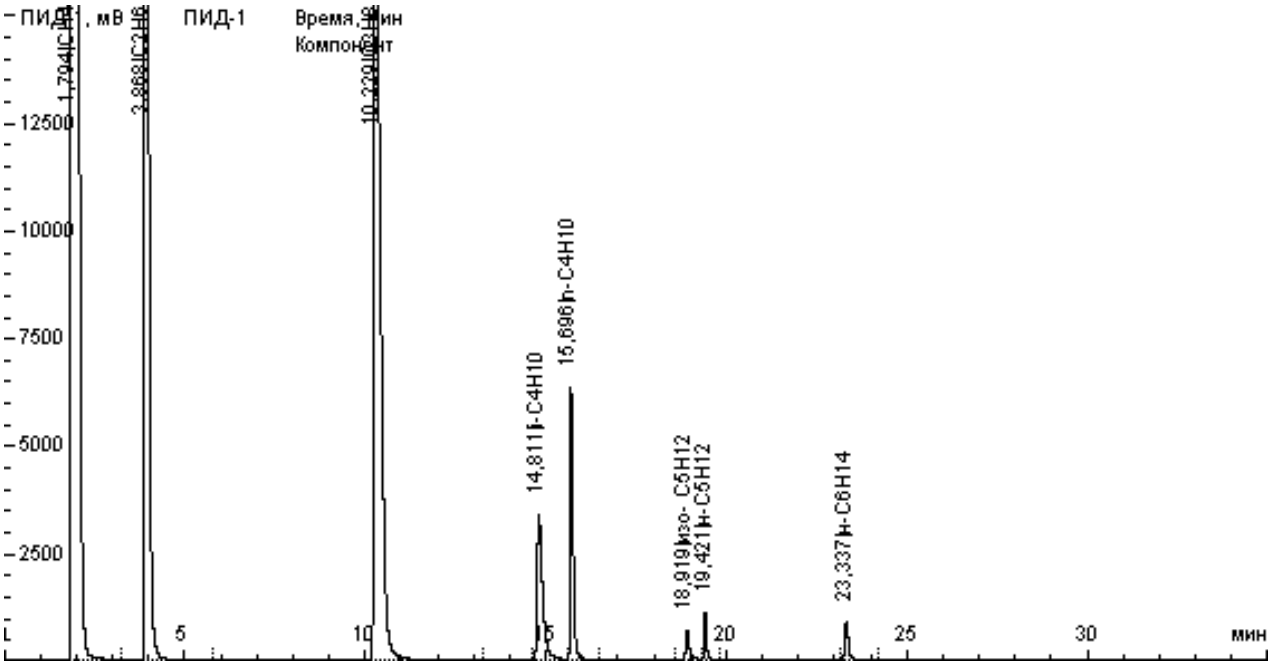


Рисунок 1 – Хроматограмма поверочной газовой смеси. Хроматограф «Хроматэк Кристалл 5000.2» (ЗАО СКБ «Хроматэк», г. Йошкар-Ола). Колонка HP-PLOT/Q (30 м х 0,53 мм, толщина привитого слоя 40,0 мкм) («Agilent Technologies», США). Условия хроматографирования приведены в тексте.

Пики с временами удерживания:
1,794 мин – метан (95,68 об. %),
3,868 мин – этан (1,55 об. %),
10,223 мин – пропан (1,02 об. %),
14,811 мин – изо-бутан (0,10 об. %),
15,696 мин – н-бутан (0,10 об. %),
18,919 мин – изо-пентан (0,0094 об. %),
19,421 мин – н-пентан (0,0094 об. %),
23,337 мин – н-гексан (0,011 об. %).

Исследование компонентного состава газа Талдинского угольного месторождения показало, что содержание метана в нем находится на уров-

не 97-98 %, доля других углеводородов (этана, пропана, бутана, изобутана) незначительна. Тяжелые углеводороды (пентаны, гексаны) в газе не проявляются. Типичная хроматограмма пробы природного горючего газа, извлеченного из угольных пластов Талдинского угольного месторождения приведена на рисунке 2.

Содержание неуглеводородных компонентов (водорода, азота, кислорода, диоксида углерода, оксида углерода) и метана, определенное методом газоадсорбционной хроматографии в пробе природного газа Талдинского угольного месторождения представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание неуглеводородных компонентов и метана в пробе природного газа угольных пластов Талдинского угольного месторождения

Компонент	Концентрация, об. %
Метан	97,35
Водород	0,00019
Азот	0,615
Кислород	0,00311
Диоксид углерода	0,514
Оксид углерода	< 0,00010

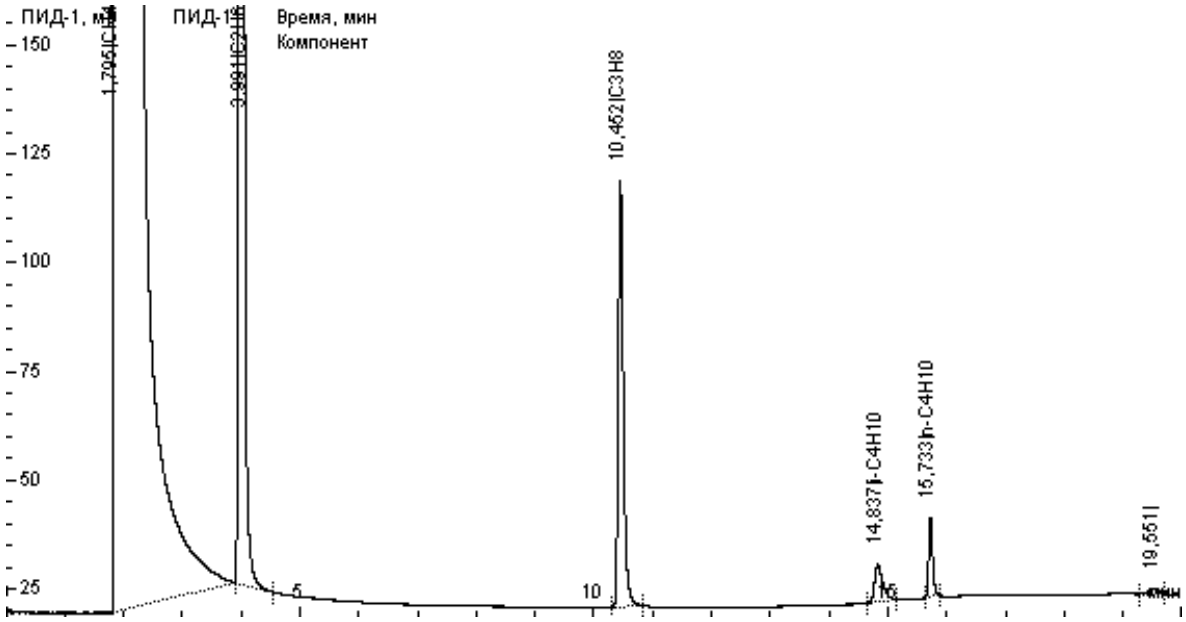


Рисунок 2 – Хроматограмма пробы природного горючего газ, извлеченного из угольных пластов Талдинского угольного месторождения. Хроматограф «Хроматэк-Кристалл 5000.2» (ЗАО СКБ «Хроматэк», г. Йошкар-Ола). Колонка HP-PLOT/Q (30 м х 0,53 мм, толщина привитого слоя 40,0 мкм) («Agilent Technologies», США). Условия хроматографирования приведены в тексте.

Пики с временами удерживания:

1,795 мин – метан (97,35 об. %),
3,991 мин – этан (0,0168 об. %),
10,452 мин – пропан (0,00172 об. %),
14,837 мин – изо-бутан (0,00018 об. %),
15,733 мин – н-бутан (0,00018 об. %).

С целью оценки применимости газа угольного месторождения в качестве топлива для двигателей внутреннего сгорания были определены все необходимые физико-химические показатели.

По физико-химическим показателям газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания должен соответствовать требованиям и нормам, приведённым в таблице 2 [4].

Таблица 2 – Физико-химические показатели топливного компримированного газа для двигателей внутреннего сгорания

Наименование показателя	Значение	Метод испытания
Объемная теплота сгорания низшая, кДж/м^3, не менее	31800	ГОСТ 31369-2008
Относительная плотность к воздуху, г/м^3	0,55–0,70	ГОСТ 31369-2008
Расчетное октановое число газа (по моторному методу), не менее	105	ГОСТ 27577-2000
Концентрация сероводорода, г/м^3, не более	0,02	ГОСТ 22387.2-77
Концентрация меркаптановой серы, г/м^3, не более	0,036	ГОСТ 22387.2-77
Масса механических примесей в 1 м^3, мг, не более	1,0	ГОСТ 22387.4-77
Суммарная объемная доля негорючих компонентов, %, не более	7,0	ГОСТ 31371-2008
Объемная доля кислорода, %, не более	1,0	ГОСТ 31371-2008
Концентрация паров воды, мг/м^3, не более	9,0	ГОСТ 20060-83
Примечание – Значения показателей установлены при температуре 293 К (20 °С) и давлении 0,1013 МПа.		

Из полученных данных (таблица 3) следует, что природный газ угольного месторождения в целом соответствует требуемым показателям. Нормативы содержания по воде могут быть достигнуты технологической очисткой с применением сепараторов и адсорберов.

Содержание паров воды в природном горючем газе является очень важным технологическим параметром. В условиях низких температур в газораспределительной системе возможно образование кристаллогидратов воды и легких углеводородов, что будет приводить к образованию пробок и нарушению работы оборудования.

Контроль за содержанием механических примесей в горючем газе также является обязательным, поскольку взвешенные частицы могут засорять газовую арматуру и трубопроводы.

Определение концентрации серосодержащих соединений необходимо, поскольку совместно с водяными парами эти соединения оказывают корродирующее воздействие на металлические поверхности газооборудования.

Контроль за интенсивностью запаха горючего газа обязателен для предотвращения возможных утечек в газораспределительных системах.

Таблица 3 – Физико-химические показатели качества природного горючего газа, извлеченного из угольных пластов Талдинского угольного месторождения (до осушки и компримирования)

Наименование показателя	Единицы измерения	Метод испытания, обозначение и номер НД	Результаты испытания
Компонентный состав: Метан Этан	об.%	ГОСТ 31371-2008	 97,41 0,0168
Пропан Изо-бутан Н-бутан Азот Кислород Диоксид углерода			0,00172 0,00018 0,00018 0,615 0,003 0,514
Объемная теплота сгорания низшая	кДж/м^3	ГОСТ 31369-2008	33050
Относительная плотность к воздуху		ГОСТ 31369-2008	0,563
Расчетное октановое число газа		ГОСТ 22577-2000	110
Концентрация сероводорода	г/м^3	ГОСТ 22387.2-97	0,00047
Концентрация меркаптановой серы	г/м^3	ГОСТ 22387.2-97	< 0,0002
Масса механических примесей	мг/м^3	ГОСТ 22387.4-97	отсутствие
Суммарная объемная доля негорючих компонентов	об.%	ГОСТ 31371-2008	1,14
Объемная доля кислорода	об.%	ГОСТ 31371-2008	0,003
Содержание водяных паров	г/м^3	ГОСТ 20060-83	4,419

Выводы

Внедрен комплекс инструментальных методов исследования природных горючих газов, позволяющий в полном объеме оценивать их физико-химические параметры в соответствии с нормативными документами.

Изучен качественный и количественный состав природного газа угольных пластов Талдинского месторождения. Показано, что на долю метана приходится 97-98 %, содержание других углеводородов составляет около 0,02%, неуглеводородные газы содержатся на уровне 1-2 %.

Показано, что для природного газа угольных пластов Талдинского месторождения не характерно содержание сернистых соединений, что значительно повышает его экологичность по сравнению с природным газом газо-нефтяных месторождений. Кроме того, при эксплуатации газораспределительных систем процессы коррозии узлов и оборудования будут незначительны.

Расчетные физические показатели (объемная теплота сгорания низшая, относительная плотность к воздуху, октановое число) соответствуют требованиям, предъявляемым к компримированным топливам для двигателей внутреннего сгорания.

Данный комплекс аналитического оборудования может быть применим и к другим источникам метансодержащих газов (биогазу полигонов ТБО, сельскохозяйственных биогазовых установок, метанотенков).

Библиографический список

1. Пирогов С.Ю., Акулов Л.А., Ведерников Н.Г. и др. Природный газ. Метан. – М.: Профессионал, 2006. – 848 с.
2. ГОСТ 31371.7-2008. Газ природный. Определение состава методом газовой хроматографии с оценкой неопределенности. Часть 7. Методика выполнения измерений молярной доли компонентов. М.: Стандартинформ, 2009, 59 с.
3. ГОСТ 31369-2008. Газ природный. Вычисление теплоты сгорания, плотности, относительной плотности и числа Воббе на основе компонентного состава. М.: Стандартинформ, 2009, 59 с.
4. ГОСТ 27577–2000. Газ природный топливный компримированный для двигателей внутреннего сгорания. Технические условия. – М.: Изд-во стандартов, 2001. – 7 с.
5. ГОСТ 22387.4 – 77. Газ коммунально-бытового потребления. Метод определения содержания смолы и пыли. – М.: Изд-во стандартов, 1977. – 4 с.
6. Газы природные горючие. Методы анализа. Сборник стандартов. М.: Стандартинформ, 2006, 96 с.

УДК 658.567.1: 543.62

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ОТХОДОВ

Иваныкина О.В., Журавлева Н.В.

ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр»
г. Новокузнецк

В работе обсуждается схема исследования промышленных отходов, разработанная в ОАО «ЗСИЦентр». Даются рекомендации по изучению многокомпонентных промышленных отходов на содержание токсичных элементов и соединений.

Определение класса опасности является основной составляющей в области оценки экологического ущерба при обращении с отходами. Отнесение отходов к классу опасности может осуществляться расчетным (на основе количественного химического анализа) или экспериментальным методами [1]. Эти задачи решаются исходя из возможностей аналитических служб, при этом иногда значительно занижаются требования к номенклатуре определяемых показателей, что приводит к необъективным оценкам как компонентного состава промышленных отходов, так и степени их влияния на окружающую природную среду.

Для полного определения количественного химического состава отходов необходима широкая аналитическая база современного оборудования, квалифицированный персонал и опыт работы с отходами. Комплексная лаборатория ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр» (№ РОСС RU. 0001 21АЯ07) отвечает этим требованиям, аккредитована на широкий перечень показателей, включая экологический контроль токсичности отходов. Исследование качественного и количественного состава отходов в ЗСИЦентре проводятся с 1998 г., накоплена большая информационная база данных, проведена систематизация и разработана программа анализа различных групп промышленных отходов.

В ОАО «ЗСИЦентр» проводятся испытания отходов производства с целью оценки возможностей их использования в качестве вторичных ресурсов. Области применения отходов достаточно широки. Это строительство (золошлаковые отходы), цветная металлургия (отходы полиметаллических руд), дорожное строительство (шлак, щебень), черная металлургия (отходы обогащения железных руд), сельское хозяйство (осадки биологической очистки сточных вод) и т.п. Для этого определяется не только химический состав, но и минералогический, физико-механический состав отходов с целью оценки соответствия уже готовой продукции различным нормативным документам.

На сегодняшний день в Кемеровской области принята следующая схема анализа отходов: определяется только основной компонентный состав (сумма результатов анализа должна быть близка к 100 %), который представлен в основном породообразующими элементами – Si, Fe, Al, Ca, Mg, S, O и т.д. Такой подход приводит к необъективным данным в оценке класса опасности, так как микроколичества токсичных элементов и органических веществ не определяются или определяются в недостаточном объеме.

Программа изучения отходов, разработанная в ОАО «ЗСИЦентр» (таблица 1) включает исследования по следующим направлениям: определение токсичных органических веществ (полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), фенолов, хлорорганических, фосфорорганических и симм-триазиновых пестицидов, летучих ароматических углеводородов, нефтепродуктов, СПАВ, формальдегида); определение валовых, подвижных и водорастворимых форм токсичных неорганических веществ (V, Cd, Co, Mn, Cu, Mo, As, Ni, Hg, Pb, Cr, Zn, Sb, W, фторид-, цианид-ионы). В результате такого комплексного исследования оценивается влияние отхода на окружающую среду (потенциальный запас токсичных элементов и веществ, поглощение их растениями и поступление в поверхностные и подземные воды).

Таблица 1 – Комплексная программа исследования токсичности промышленных отходов

Этапы исследования	Определяемые показатели	Метод исследования
1. Предварительное исследование по определению валового содержания элементов спектральным полуколичественным методом в сложных пробах неизвестного состава	Cu, Pb, Zn, Co, Bi, Ni, Cr, Mn, Ti, As, Mo, Ag, Ba, Li, Sb, Sn, Ge, W, Yb, Ga, Be, Nb, Sc, Sr, Cd, Fe, Al, Si, Mg, Ca, K, Na, Hg, Zr, P, V, Y	Эмиссионная спектроскопия
2. Количественное определение содержания соединений в валовой, подвижной форме и водной вытяжке	Формальдегид, ацетон, метанол, CN^-, NH_4^+, NO_2^-	Абсорбционная спектроскопия
	V^{3+}, Co^{2+}, Mn^{2+}, Cu^{2+}, Mo^{2+}, As^{3+}, Hg^{2+}, Cr^{3+}, Cr^{6+}, Sb^{3+}, W^{6+}, K^+, Na^+	Атомно-абсорбционная и атомно-эмиссионная спектроскопия
	NO_3^-, F^-, Br^-, I^-, pH	Потенциометрия
	SO_4^{2+}	Гравиметрия
	Pb^{2+}, Zn^{2+}, Cd^{2+}, Ni^{2+}	Вольтамперометрия
	Cl^-, Ca^{2+}, Mg^{2+}	Титриметрия
	Бенз(а)пирен и другие 16 ПАУ, симм-триазиновые пестициды	Жидкостная хроматография

Этапы исследования	Определяемые показатели	Метод исследования
	Хлорорганические пестициды	Газовая хроматография
	Фенолы, летучие ароматические углеводороды, фосфорорганические пестициды	Хромато-масс-спектрометрия
3. Дополнительное исследование по идентификации органических загрязнителей в сложных пробах неизвестного состава	Органические экотоксиканты	Хромато-масс-спектрометрия
4. Биотестирование отходов V класса опасности	Общая токсичность	Биотестирование с использованием в качестве тест-объектов ракообразных (дафний) и простых организмов (водорослей)

При разработке программы комплексной оценки токсичности промышленных отходов выбор перечня экотоксикантов для исследования основывался на положениях нормативного документа [2], в котором приведены сведения о классе опасности химических веществ. Этот список веществ может быть дополнен соединениями, включенными в официальные перечни предельно-допустимых концентраций вредных веществ в воде водоемов и в почвах.

Оценка возможного неблагоприятного влияния промышленного отхода на окружающую среду проводится путем сопоставления уровня содержания подвижных и водорастворимых форм компонентов отхода в водном и буферном экстрактах с их ПДК для воды рыбохозяйственных водоемов (ПДКв) [3]. Валовые концентрации токсичных элементов сравниваются с ПДК в почве (ПДКп) [4]. Критерием загрязнения отхода является кратность превышения нормативов ПДКв и ПДКп. Показателем биологической активности отхода является соотношение подвижных и валовых форм агентов. На основании данных химического анализа отхода рассчитывается ориентировочный класс опасности отхода.

Согласно «Критериям отнесения опасных отходов к классу опасности» обязательной так же является экспериментальная процедура или биотестирование, включающая анализ не менее чем на двух тест-объектах из разных биологических таксонов или групп. На базе ОАО «ЗСИЦентра» внедрены методики определения токсичности почв и отходов с использованием зеленых водорослей — сценедесмус (*Scenedesmus quadricauda* Turp. Breb.) и ракообразных — дафний (*Daphnia magna* Straus., в том случае если разные тест-системы показывают неодинаковую реакцию, то в

окончательном результате следует учитывать наиболее чувствительный ответ.

Класс опасности устанавливается по кратности разведения водной вытяжки, при которой не выявлено вредного воздействия на биологические объекты [1]. Отнесение отходов к пятому классу опасности основано на действии водной вытяжки отхода без ее разведения, для определения других классов опасности оценивается воздействие раствора с соответствующей кратностью разведения (таблица 2).

Таблица 2 – Соответствие кратности разведения водной вытяжки из отхода определенному классу опасности

Класс опасности отхода	Кратность разведения водной вытяжки из опасного отхода, при которой вредное воздействие отсутствует
I	> 10000
II	от 10000 до 1001
III	от 1000 до 101
IV	< 100
V	1

Методы биотестирования достаточно чувствительные, относительно недорогие и экспрессные, но главное, они учитывают степень вредности комплексного воздействия всех загрязняющих веществ исследуемой пробы, дают интегральную оценку.

По предложенной схеме исследован широкий перечень промышленных отходов предприятий черной и цветной металлургии, горной промышленности, теплоэнергетики, химико-фармацевтического производства, жилищно-коммунального хозяйства и других производств [5, 6, 7, 8, 9].

Особенно актуальной при анализе отходов производства является проблема исследования многокомпонентных отходов. В ОАО «ЗСИЦентр» разработана схема, по которой поступающие в центр отходы в отделении пробоподготовки разделываются на отдельные составляющие (компоненты), которые взвешиваются, затем при необходимости подсушиваются, дробятся, истираются и т.д. Из дробильного отделения отходы поступают по лабораториям. Перечень определяемых химических веществ составляется на основании данных о технологическом процессе производства – источнике промышленного отхода. При отсутствии таких данных или их недостаточности на первом этапе исследований проводится предварительная оценка потенциальной опасности отходов методами эмиссионной спектроскопии и хромато-масс-спектрометрии.

Ниже рассмотрен количественный и качественный состав таких многокомпонентных отходов как автомобильные масляные фильтры, отработанные никель-кадмиевые аккумуляторы и отходы офисной техники (таблицы 3, 4, 5).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Автомобильные масляные фильтры отработанные неразобранные

Состав отхода: 1. Бумага – 29,85 %
2. Металл – 50,14 %
3. Нефтепродукты – 19,18 %
4. Шлам – 0,83 %

Таблица 3 – Компонентный состав отхода – автомобильные масляные фильтры отработанные неразобранные

Наименование показателя	Метод испытания и номер НД	Результаты испытания		ПДК$_п$, (ОДК$_п$) *
ВАЛОВЫЕ СОДЕРЖАНИЯ		%	мг/кг	мг/кг
Влага	ПНД Ф 16.1:2.2:2.3:3.58-08	0,01	100,00	
Металл (сталь)	ГОСТ 14858.5-81	50,14		
Углерод фильтров	ГОСТ 2408.1-95	14,50		
Водород фильтров	«-»	2,09		
Кислород фильтр.	ГОСТ 2408-95	13,26		
Ванадий	ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98	0,0010	10,00	150,0
Марганец	«-»	0,01005	100,50	1500,0
Хром	«-»	0,0220	220,00	90,0
Свинец	«-»	0,0350	350,00	32,0
Кадмий	«-»	0,00004	0,40	1,0*
Мышьяк	ПНД Ф 16.1:2.2:3.20-98	0,0004	4,00	2,0
Сурьма	ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98		< 1,00	4,5
Нефтепродукты	ПНД Ф 16.1:2.2.22-98	19,18	191800	
ВАЛОВЫЕ СОДЕРЖАНИЯ		%	мг/кг	мг/кг
Ртуть	ГОСТ Р 51768-2001		< 0,20	2,1
Фенолы	ПНД Ф 16.1:2.3:3.44-05		< 0,05	
Бенз(а)пирен	ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.39-03		< 0,001	0,02
Диоксид кремния	НСАМ 138-Х	0,04		
Оксид алюминия	«-»	0,01		
Диоксид титана	«-»	0,01		
Оксид кальция	«-»	0,03		
Оксид магния	«-»	0,01		
Оксид фосфора (V)	«-»	0,01		
Оксид калия	НСАМ 44-ХС	0,01		
Оксид натрия	«-»	0,01		
Сера общая	НСАМ -3Х	0,50	5000,0	160,0
ПОДВИЖНЫЕ ФОРМЫ				
Медь	ПНД Ф 16.1:2.3:3.50-08	0,00043	4,30	3,0
Никель	«-»	0,00042	4,20	4,0
Цинк	«-»	0,00040	4,00	23,0
Свинец	«-»	0,00040	4,00	6,0
Марганец	«-»	0,0010	10,00	300-700
Хром	«-»		< 0,20	6,0

Загрязняющими веществами автомобильных фильтров являются токсичные металлы, нефтепродукты и другие органические соединения. На первом этапе выполнения анализа все компоненты отхода отмывали толуолом до полного удаления нефтепродуктов. В промывочном растворителе количественно определяли содержание нефтепродуктов. В бумаге и шламе данного отхода выполняли полуколичественное спектральное определение 37 элементов методом испарения из канала угольного электрода. Затем по результатам спектрального анализа определяли концентрации ванадия, марганца, хрома, свинца, кадмия, мышьяка и сурьмы в валовых формах методом атомной абсорбции на спектрометре SpectraAA-240 FS. С использованием программного комплекса фирмы ООО «Интеграл» (версия 1,0) на основании данных химического анализа был рассчитан класс опасности. Отходу присвоен III класс опасности (умеренно опасный).

Аккумуляторы никель-кадмиевые отработанные

Состав отхода:
1. Пластмасса – 0,88 %
2. Внутренние бумажные пластины – 0,60 %
3. Активное вещество – 60,55 %
4. Металлическая часть – 35,77 %
5. Ткань – 4,20 %

Таблица 4 – Компонентный состав отхода – аккумуляторы никель-кадмиевые отработанные

Наименование показателя	Метод испытания и номер НД	Результаты испытания		$ПДК_п$, ($ОДК_п$) *
ВАЛОВЫЕ СОДЕРЖАНИЯ		%	мг/кг	мг/кг
Влага	ПНДФ 16.1:2.2:2.3:3.58-08	2,96	29600	
Углерод	ГОСТ 2408.1-95	4,50		
Водород	«-»	0,18		
Кислород	ГОСТ 2408-95	1,00		
Нефтепродукты	ПНД Ф 16.1:2.2.22-98	0,375	3750,00	
Металл (сталь)	ГОСТ 14858.5-81	35,77		
Свинец	ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98	0,0012	12,00	32,0
Ванадий	«-»	0,00224	22,40	150,0
Марганец	«-»	0,00980	98,02	1500,0
Хром	«-»	0,0020	20,00	90,0
Кадмий	«-»	33,4158	334158	1,0*
Никель	«-»	19,2516	192516	
Мышьяк	ПНД Ф 16.1:2.2:3.20-98	0,0012	12,00	2,0
Сурьма	ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98		< 1,00	4,5
Ртуть	ГОСТ Р 51768-2001	0,00015	1,50	2,1
Цианиды	ПНД Ф 14.1:2.56-96		< 0,005	
Формальдегид	ПНД Ф 16.2:2.3:3.45-05		< 0,025	7,0
Фенолы	ПНД Ф 16.1:2.3:3.44-05		< 0,05	
Бенз(а)пирен	ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.39-03	0,000002	0,02	0,02
Диоксид кремния	НСАМ 138-Х	0,30		
Оксид алюминия	«-»	0,10		
Триоксид железа	«-»	1,61		

Наименование показателя	Метод испытания и номер НД	Результаты испытания		ПДК$_п$, (ОДК$_п$) *
ВАЛОВЫЕ СОДЕРЖАНИЯ		%	мг/кг	мг/кг
Диоксид титана	«-»	0,01		
Оксид кальция	«-»	0,29		
Оксид магния	«-»	0,10		
Оксид фосфора (V)	«-»	0,01		
Оксид калия	НСАМ 44-ХС	0,05		
Оксид натрия	«-»	0,05		
Сера общая	НСАМ -3Х	0,01	100,00	160,0

Самыми токсичными составляющими аккумуляторов являются электролит и активное вещество, которое состоит из солей тяжелых металлов (Cd, Ni, Pb и др.). Отход был предъявлен для исследования со слитым электролитом. Концентрации никеля и кадмия определяли количественным химическим анализом. Оценка потенциальной опасности пластмассы, внутренних бумажных пластин и ткани проводилась методом эмиссионной спектроскопии. Содержание ртути измеряли беспламенным атомно-абсорбционным методом «холодного пара». А определение токсичных органических веществ (бенз(а)пирена и фенолов) методами жидкостной хроматографии и хромато-масс-спектрометрии. Отработанные никель-кадмиевые аккумуляторы соответствуют II классу опасности (высокоопасные).

Отработанные картриджи.

Состав отхода:
1. Пластмасса серого цвета – 0,55 %
2. Пластмасса черного цвета – 92,10 %
3. Пластмасса белого цвета – 7,15 %
4. Металл (сталь) – 0,20 %

Таблица 5 – Компонентный состав отходов офисной техники – отработанные картриджи

Наименование показателя	Метод испытания и номер НД	Результаты испытания		ПДК$_п$, (ОДК$_п$) *
ВАЛОВЫЕ СОДЕРЖАНИЯ		%	мг/кг	мг/кг
Металл (сталь)	ГОСТ 14858.5-81	0,20		
Ванадий	ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98		< 0,10	150,0
Марганец	«-»		< 0,10	1500,0
Хром	«-»		< 0,10	90,0
Свинец	«-»		< 0,10	32,0
Кадмий	«-»		< 0,05	1,0*
Мышьяк	ПНД Ф 16.1:2.2:3.20-98		< 1,00	2,0
Сурьма	ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98	0,00627	62,70	4,5
Углерод	ГОСТ 2408.1-95	90,22		
Водород	«-»	7,44		
Хлор	ГОСТ 9326-77	1,81		
Нефтепродукты	ПНД Ф 16.1:2.2.22-98		н/о	
Ртуть	ГОСТ Р 51768-2001		< 0,20	2,1
СПАВ	Справочник «Сан-хим. анализ за-		< 0,02	

Наименование показателя	Метод испытания и номер НД	Результаты испытания		ПДК$_п$, (ОДК$_п$) *
ВАЛОВЫЕ СОДЕРЖАНИЯ		%	мг/кг	мг/кг
	гряз. вещ-в в окруж. среде»			
Цианиды	ПНД Ф 14.1:2.56-96		< 0,005	
Формальдегид	ПНД Ф 16.2:2.3:3.45-05		< 0,025	7,0
Фенолы	ПНД Ф 16.1:2.3:3.44-05		< 0,05	
Бенз(а)пирен	ПНД Ф 16.1:2:2.2:3.39-03		< 0,001	0,02
Диоксид кремния	НСАМ 138-Х	0,21		
Оксид алюминия	«-»	< 0,01		
Диоксид титана	«-»	< 0,01		
Оксид кальция	«-»	< 0,01		
Оксид магния	«-»	< 0,01		
Оксид фосфора (V)	«-»	< 0,01		
Оксид калия	НСАМ 44-ХС	< 0,01		
Оксид натрия	«-»	< 0,01		
Сера общая	НСАМ -3Х	0,035	350,00	160,0
ПОДВИЖНЫЕ ФОРМЫ				
Медь	ПНД Ф 16.1:2.3:3.50-08		< 0,40	3,0
Никель	«-»		< 0,40	4,0
Цинк	«-»		< 1,00	23,0
Свинец	«-»		< 0,50	6,0
Марганец	«-»	0,00205	20,50	300-700
Хром	«-»		< 0,20	6,0
Фтор	СанПиН 42-128-4433	0,00025	2,50	2,8
Фтор водорастворимый	ПНД Ф 14.1:2:3:4.173-00	0,00025	2,50	10,0

Полимерные материалы в соответствии с пунктом 13 нормативно-методического документа [1] относятся к неопасным, если данные компоненты не содержат загрязняющих веществ. Пластмасса отработанных картриджей была проанализирована методом спектрального анализа, который подтвердил отсутствие токсичных компонентов, за исключением сурьмы. Содержание Cl, Sb затем определяли количественным химическим анализом. В отработанных картриджах экологическую нагрузку может нести заправленный тонер. Отход был представлен для анализа без тонера. По результатам химического анализа отход соответствует V классу опасности для окружающей природной среды.

Таким образом, в исследованиях промышленных отходов предпочтение отдается современным аналитическим методам, которые обеспечивают определение токсичных веществ с наибольшей чувствительностью и селективностью. Для оценки токсичности отходов используются различные химические и физико-химические методы исследования. Количество химических элементов в протоколах испытаний сведено к 100%. Кроме валовых в расчетах используются так же концентрации подвижных форм элементов, поскольку тяжелые металлы характеризуются высокой биохимической активностью и способностью аккумулироваться в биосферах.

Полнота и объективность оценки компонентного состава определяется квалифицированным выбором схемы анализа отходов.

Комплексный подход в методах исследования, разработанный в ОАО «ЗСИЦентр», включающий в себя определение органических веществ и различных форм токсичных элементов позволяет оценивать влияние отхода на окружающую среду (потенциальный запас экотоксикантов, поглощение их растениями и поступление в поверхностные и подземные воды).

Библиографический список

1. Приказ № 511 «Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» МПР России от 15 июня 2001г., Москва, 2001 г.
2. ГОСТ-17.4.1.02-83. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения.
3. Приказ № 20 от 18 января 2010 г. «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения», Москва 2010 г., 214 с.
4. ГН 2.1.7.2041-06 Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно - допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве, Москва 2006.
5. Журавлева Н.В. , Бобкова Т.А. Определение полициклических ароматических углеводородов в золошлаковых отходах. // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии: Сборник научных трудов. Вып. 14: СибГИУ. Новокузнецк, 2005. С.284-289.
6. Иваныкина О.В., Журавлева Н.В., Старыгина А.Ю. Содержание тяжелых металлов в отходах горно-добывающей промышленности Кемеровской области. // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии: Сборник научных трудов. Вып. 17: СибГИУ. Новокузнецк, 2006. С.174-179.
7. Иваныкина О.В., Журавлева Н.В., Старыгина А.Ю. Содержание токсичных элементов в осадках сточных вод очистных сооружений предприятий Кемеровской области. // Перспективы развития технологий переработки вторичных ресурсов в Кузбассе. Экологические, экономические и социальные аспекты: Труды II Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, г. Новокузнецк, 4-6 октября 2006 г. / Под общ. ред. Ф.И. Иванова, С.А. Шипилова; НФИ КемГУ. – Новокузнецк, 2006. С.70-71.
8. Иваныкина О.В., Журавлева Н.В. Изучение элементного состава отходов обогащения железных руд для целей геоэкологического мониторинга.// Вестник горно-металлургической секции Российской

академии естественных наук. Отделение металлургии: Сборник научных трудов. Вып. 19/ Под ред. Г.В. Галевского и др.: СибГИУ. - Новокузнецк, 2007, С. 142-147.
9. Журавлева Н.В. Приоритетные органические экотоксиканты коксохимического производства. // Металлургия России на рубеже XXI века: Сб. научн. тр. Международной научно-практической конференции./ Под общ. ред. Е.В. Протопопова: СибГИУ. - Новокузнецк, 2005. Том II. С.312-317.

УДК 504.064:662.818.3:669

РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА ШЛАМОВ ГИДРООТВАЛА ОАО «ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ» И ЕГО СПЕЦИФИКА

Зоря В.Н., Извеков В.Н.

Научный руководитель д.т.н., профессор Федорчук Ю.М.,
к.т.н., доцент Столбоушкин А.Ю.

Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк
Национальный исследовательский Томский политехнический университет
г. Томск

В последнее десятилетие в мировой практике наметились тенденции по решению проблем охраны окружающей среды (ОС) для обеспечения дальнейшего экологически устойчивого социально-экономического развития регионов. Один из наиболее эффективных инструментов экономико-экологического контроля в процессе становления рыночной экономики – экологический аудит (ЭА) [1].

В качестве примера объекта ЭА в металлургической промышленности рассмотрим аудит золошлаковых отходов Западно-Сибирской ТЭЦ (ЗС ТЭЦ), являющейся структурным подразделением ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» (ЗСМК).

Шламы ЗС ТЭЦ транспортируются по индивидуальному пульповоду. Пульпа от центральной обогатительной фабрики ЦОФ-1 и цеха изложниц перекачивается на гидроотвал двумя пульпонасосными станциями – ПНС-1, 2, работающими последовательно. Предусмотрена также подача шлама от цеха изложниц индивидуальными пульпопроводами. Шламы ПВС, литейного цеха, оборотных циклов водоочисток конвертерных и доменного цехов подаются в шламохранилище баггерной насосной станцией (БНС) комбината.

Абразивный износ пульпопроводов зависит от содержания твердого в пульпе, крупности частиц и скорости движения потока пульпы. Срок службы напорных стальных трубопроводов на горизонтальных участках в основном определяется крупностью частиц и составляет: 0,1-0,2 мм – 5-7 лет; 0,1-0,04 мм – 7-10 лет; менее 0,04 мм – 10-15 лет. Каменная футеровка служит 15-25 лет.

Наиболее количественными из складируемых на гидроотвале отходов являются отходы переработки угля, составляющие около 800 тыс. $м^3$, или около 90% общего объема шламов (по массе 1194,545 тыс. т, или 91% общей массы). Железосодержащие отходы, главным образом шламы доменного, конвертерного и литейного производств, составляют около 85 тыс. $м^3$, или 9% от общего объема складируемых отходов (по массе около 100 тыс. т, или около 8%).

Характеристика отходов переработки угля

На гидроотвал поступают следующие отходы переработки угля:

- отходы углеобогащения ЦОФ-1 ЗСМК – 493 тыс. т в год, или 38% от общего количества поступающих отходов;
- отходы углеобогащения Кузнецкой ЦОФ-2 – 310 тыс. т в год, или около 24%;
- золошлаковые отходы Западно-Сибирской ТЭЦ – 349 тыс. т в год, или около 27%;
- зола ПВС – 42 тыс. т в год, или около 3%;
- пульпа шахты Большевик и шахты Полосухинская – в небольших количествах. Дамба гидроотвала сформирована с участием породы Кузнецкой ЦОФ.

За 35 лет существования гидроотвала накоплено около 30 млн. т смеси отходов углепереработки. Ниже представлена характеристика основных отходов переработки угля, складируемых на гидроотвале ЗСМК.

Отходы углеобогащения ЦОФ-1 (ОАО «ЗСМК»). Направляемые на гидроотвал отходы углеобогащения представляют собой смесь породы отсадочных машин крупностью менее 40 мм (65-68%) и хвостов флотации крупностью менее 1 мм (32-35%). Доля отходов от общего количества перерабатываемого сырья составляла в 70-х годах 12%, в 80-х – 13-14%, в настоящее время – 16-17%. Количество сырья в 1998 г. составило 2800 тыс. т, количество отходов – соответственно около 500 тыс. т. Зольность породы составляет в среднем 61%, флотохвостов – 55%, средняя зольность направляемых на гидроотвал отходов – 59%. Соответственно, среднее содержание органической (горючей) массы в породе составляет 39%, в хвостах – 45%, в среднем в отходах – 41%.

Порода углеобогащения представляет собой смесь вмещающих и сопутствующих пород (аргиллиты, бентонитовые глины, алевролиты, песчаники) с углистыми включениями. Минеральная (зольная) часть породы представлена, главным образом, оксидами кремния, алюминия и железа

(табл. 1). В зависимости от крупности породы ее химический состав изменяется незначительно. Содержание органической части (п.п.п.) возрастает с уменьшением размера частиц. Теплота сгорания возрастает с уменьшением крупности следующим образом: 40-10 мм – 970 ккал/кг, 10-5 мм – 1040 ккал/кг, 5-0 мм – 1740 ккал/кг.

Химический состав минеральной части породы различной плотности неоднороден (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав породы различной плотности

Плотность фракций, т/м^3	Выход, %	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	п.п.п.
<1,5	0,69	–	–	–	–	–	–
1,5-1,8	2,93	17,8	7,8	3,5	2,2	0,3	66,2
1,8-2,2	13,84	30,8	14,1	4,3	1,7	0,8	45,1
2,2-2,4	8,40	45,4	22,5	4,9	1,8	1,1	19,9
2,4-2,6	18,42	53,2	22,7	4,9	1,2	1,3	11,7
2,6-2,8	45,08	52,8	20,9	6,3	2,2	1,5	9,7
>2,8	10,66	10,7	8,7	41,6	2,5	0,8	31,2

Легкие фракции плотностью менее 2,2 т/м^3, составляющие около 17% от общего количества породы, представлены, главным образом, органической частью в количестве свыше 45% и характеризуются невысоким содержанием оксида кремния. Порода плотностью 2,2-2,8 т/м , получаемая в наибольшем количестве – около 72%, характеризуется повышенным содержанием оксидов кремния и алюминия при содержании органической части в пределах 10-20%. Наиболее тяжелая часть породы плотностью свыше 2,8 т/м^3, составляющая около 11%, характеризуется высоким содержанием оксида железа – более 40% при достаточно высоком содержании органической части – более 30%. Порода является водонестойким материалом. По углу естественного откоса порода близка к мелким песчаным грунтам и при загрузке ее в железнодорожные вагоны с высоты 3 м он колеблется в пределах 38-39°. Важной характеристикой породы является температура воспламенения содержащегося в отходах угля – 230-240 °С.

Хвосты флотации представляют собой не смоченные флотореагентами мелкие частицы породы. Минеральная часть представлена, главным образом, глинисто-гидрослюдистым комплексом (50%), а также кварцево-полевошпатным комплексом (20%) и карбонатами – кальцит, доломит (10%). Крупность хвостов флотации характеризуется преимущественным содержанием (82-94%) наиболее тонких классов с размерами зерен менее 70 мкм. При этом зольность снижается от мелких классов к крупным.

Отходы углеобогащения с содержанием углерода более 4% могут самовозгораться при хранении и поэтому экологически опасны.

Известно, что жидкая фаза пульпы обогатительных фабрик сильно минерализована, может содержать значительное количество фенолов, уг-

леводородов и других экологически опасных примесей. Поэтому дренирование их через дно и стенки внешних отстойников и хвостохранилищ сопровождается загрязнением почвенных вод. Флотационные хвосты влажностью 7-10% не смерзаются в зимнее время, большей влажности – смерзаются.

Насыпная плотность хвостов зависит от влажности (таблица 2). При влажности 42% флотационные хвосты растекаются, теряя способность к складированию в конусы (таблица 3).

Таблица 2 – Насыпная плотность /кг/м^3/ (числитель) и пористость (знаменатель) флотационных хвостов (А=74%) при различной влажности

Влажность, %	В пересчете на сухие		С учетом влаги	
	Свеженасыпанные	Уплотненные	Свеженасыпанные	Уплотненные
0-2	830 / 0,64	1050/0.5	830	1050
5	760 / 0,68	940 / 0.6	800	990
12	550/0,76	850/0.63	620	960
23	550/0,76	1210/0.48	680	1480
35	830 / 0,64	1560/0.33	ИЗО	2110

Таблица 3 – Угол откоса флотационных хвостов при различной влажности

Влажность, %	воздушно-сухие	3	10	20	31	43	52
Угол откоса, град	40	40	40	30	25	20	10

Отходы углеобогащения ЦОФ-2 (Кузнецкая ЦОФ). В настоящее время Кузнецкая ЦОФ направляет на гидроотвал смесь флотохвостов с дробленой породой в количестве 202,943 тыс. м^3 (310,504 тыс. т)/ год, в том числе флотохвосты – 119,959 тыс. м^3 (183,536 тыс. т), порода – 82,984 тыс. м^3 (126,966 тыс. т). Содержание взвешенных веществ в пульпе составляет 10395 мг/дм. Плотность – 1-1,5 т/м^3. Зольность флотохвостов в 1998 г. колебалась в пределах 56,7-83,8%. Так как в технологическом процессе флотации используется вспениватель и газойль, то в пульпе содержатся нефтепродукты в количестве 4400 мг/кг. Состав и свойства отходов углеобогащения аналогичны ЦОФ-1.

Золошлаковые отходы Западно-Сибирской ТЭЦ. Золошлаковые отходы ТЭЦ представляют собой смесь золоуноса, улавливаемого мокрой и сухой газоочистками, и шлака. Соотношение между количественным выходом шлака и золы зависит от технологии и температурного режима сжигания угля. В последние годы доля шлака в смеси колеблется от 5 до 17%, в среднем 12%. Таким образом, на гидроотвал направляется примерно около 40 тыс. т шлака и около 300 тыс. т золы. Химический состав золы и шлака ЗС ТЭЦ представлен в таблица 4.

Таблица 4 – Химический состав золы и шлака ЗС ТЭЦ

Наименование компонента	Содержание оксидов, в % на сухое вещество											
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	CaO	MgO	R_2O	TiO_2	SO_3	P_2O_5	Mn_3O_4	ппп
Зола	58,7	25,5	5,6	0,0	6,0	1,9	2,2	0,0	0,62	0,0	0,75	3,2
Шлак	55,4	26,1	8,6	0,0	6,3	1,7	2,7	0,0	0,06	0,0	0,94	0,0

Расчетный состав золошлаковой смеси, %: SiO_2 – 58,1-58,5; Al_2O_3 – 25,5-25,6; CaO – 6,0-6,1; Fe_2O_3 – 5,7-6,1; MgO – 1,87-1,89; Na_2O+K_2O – 2,2-2,3; Mn_3O_4 – 0,03-0,11; SO_3 – 0,52-0,59; п.п.п. – 2,7-3,0.

Фактические пределы содержания основных компонентов шире, %: SiO_2 – 49-68; Al_2O_3 – 13-25; CaO – 1,5-5,4; MgO – 0,7-2,1. Зола и шлак, также как и отходы углеобогащения, являются низкокальциевыми, кислыми. Содержание органической части в золе может колебаться от 1 до 4%. В шлаке органическая часть отсутствует.

Зола ТЭЦ относится к средней, монодисперсной, имея крупность от 20 до 85 мкм. Шлак с ТЭЦ поступает в виде гранул размером 30-40 мм. Удельная поверхность золы – 4359 см^2/кг. Насыпная плотность золы – 713-745 кг/м^3, шлака – 1165 кг/м^3. Истинная плотность золы – 2200-2300 кг/м^3, шлака – 1990-2190 кг/м^3. Плотность золошлаковой смеси (5% шлака) – 2100 кг/м^3, удельная поверхность – 2896 см^2/кг. Максимальная влагоемкость золы – 41,4%, по другим данным [2] – 51,5%. Цвет частиц меняется от светлого (прозрачные) до черного с металлическим блеском. Изменяется также и однородность строения. Основной фазой золы является алюмосиликатное стекло в виде зерен неправильной шаровидной формы. Наиболее однородны полые шарики – микросферы. Доля таких шариков в золе ЗС ТЭЦ составляет от 5 до 20%. Зола характеризуется сравнительно большим интервалом плавления – 160 С° ($T_н$ = 1260 С°, $T_в$ = 1420 С°).

Характеристика железосодержащих отходов

Шламы конвертерного производства. Шламы конвертерных газоочисток представляют наибольшую часть складируемых на гидроотвале железосодержащих шламов и относятся обычно к богатым или относительно богатым железом.

Пыль конвертерного производства, улавливаемую системой газоочистных сооружений, можно разделить на 3 группы:

- относительно крупная пыль сыпучих шихтовых материалов неправильной формы;
- частицы – брызги шлака и металла (от 5 мкм до 1 мкм);
- высокодисперсная пыль (1 мкм и менее), на долю которой приходится при верхней продувке до 90% всей уносимой газами пыли.

Мелкие частички образуются в основном вследствие термического диспергирования поверхностной пленки металла в зоне контакта его с кислородом. На последних 2-3 минутах плавки тонкодисперсная пыль обра-

зуется в результате испарения металла и оксида Fe (II) в этой зоне и конденсации их паров в более холодных частях газового тракта. Мелкие частички образуют между собой сростки.

Содержание железа в конвертерных шламах может колебаться от 40 до 80%, а его соединений – от 60 до 93%. Плотность шламов зависит от их химического состава и в основном от содержания железа и колеблется в пределах 3,5-5,0 г/см^3. Насыпная плотность шламов в зависимости от их влажности находится в пределах 1,0-2,5 г/см^3. Максимальная влагоемкость – 22,4%, наименьшая влагоемкость – 14%.

Пыль кислородных конвертеров, работающих без дожигания *CO* (кислородно-конвертерный цех № 2 – ККЦ-2) представляет собой порошок черного цвета, конвертеров с дожиганием *CO* (ККЦ-1) – красного. Минералогический состав пыли в основном представлен маггемитом, магнетитом, вюститом, а также содержит плеонаст, галактит, силикаты, кварц, углеродистое и стекловидное вещества. Соотношение окисных минералов железа зависит от способа отвода отходящих конвертерных газов. При дожигании *CO* (ККЦ-1) минералы железа представлены магнетитом и гематитом. Общее содержание их в шихте составляет 10-80%, при этом доля магнетита не превышает 30%. При отводе газа без дожигания *CO* (ККЦ-2) двухвалентное железо в шламах представлено вюститом. Доля магнетита незначительна, минералы трехвалентного железа представлены гематитом (гидрогематитом и магнетитом). Силикаты – оливином кальций-магний-железистого состава, карбонаты – кальцитом, гидроксиды и оксиды – портландитом, гидрогиллитом и оксидом магния. После водной обработки получают развитие процессы гидрофилизации поверхности с гидратацией оксидов железа и образованием, в частности гидрогематита. Обнаружены также железо металлическое, марганцовистый кальций (*Ca, Mn*) *CO*з, магнезит $MgCO_3$, гидроаргиллит $Al(OH)_3$. Цинк содержится в основном в составе феррита и цинкита.

Для решения задач ЭА необходимо:

1) проанализировать методологию оценки воздействия хозяйственной деятельности ЗСМК на окружающую среду;

2) сопоставить цели и подходы оценки воздействия на окружающую среду;

3) на основе проведенного анализа разработать модель обобщенной содержательной процедуры ЭА;

4) проанализировать методики поддержки экспертных решений, процедуры оценки воздействия на окружающую среду, на соответствие целям и задачам ЭА, разработать подходы к выбору и адаптации методик ЭА.

Предприятия данной отрасли заинтересованы в проведении ЭА для рекомендаций по следующим направлениям:

- снижению ответственности и потенциальных экологических штрафов;
- обеспечению соответствия с законодательством;

- снижению затрат на обращение с отходами;
- снижению затрат на водоснабжение и энергию.

Многие предприятия данной отрасли стремятся стать признанными центрами экологически чистых производств. В связи с этим, для повышения их имиджа необходимо проведение ЭА, который является эффективным инструментом в создании и сертификации систем экологического менеджмента по международному стандарту ISO 14001:2004.

Для успешного решения этих вопросов важно оценить с каждым видом рассматриваемых отходов, образующихся в производственных процессах, возможность получения дополнительной прибыли на всех стадиях обращения:

- образование отходов;
- сбор;
- накопление;
- хранение;
- дальнейшее использование;
- утилизация;
- обезвреживание.

Проведение экологического аудита шламов гидроотвала ОАО «ЗСМК» позволит ускорить процесс принятия «правильных» решений собственниками комбината по организации безотходного производства и утилизации накопленных отходов, что в значительной степени будет способствовать восстановлению экологического равновесия в Кузбассе

Библиографический список

1. Извеков В.Н. Экологическое инспектирование и аудит: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 152 с.
2. Панова В.Ф. Строительные материалы на основе отходов промышленных предприятий Кузбасса: Учебное пособие. – Новокузнецк: Изд. СибГИУ, 2005. – 182 с.

УДК 504.062.2

АНАЛИЗ ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД

Потокина М.В., Сенкус В.В., Сенкус Вал.В.

Новокузнецкий филиал-институт «Кемеровский государственный университет»,
«Сибирский государственный индустриальный университет»,
г. Новокузнецк

В результате хозяйственно-бытовой деятельности человека в условиях городской агломерации образуются разнообразные отходы.

Хозяйственно-бытовые сточные воды должны приниматься в канализационную сеть совместно с производственными сточными водами, предварительно очищенными до установленных норм. Перед сбросом в водоем поступают на городские очистные сооружения, где в результате механической и биологической очистки городских сточных вод образуются различного вида осадки, содержащие органические вещества. Это предметы, задерживаемые решетками, осадок, выпадающий в первичных отстойниках, активный ил или биопленка, образующиеся в результате аэробной биологической очистки воды. Задержанные предметы после дробления обычно сбрасываются в канал перед первичными отстойниками, улавливаются и попадают в осадок [1].

Извлеченный из сточных вод шлам и илистый остаток, перерабатывается в метантенках (резервуары для переработки анаэробными микроорганизмами избытка активного ила) и обезвоживается [2].

Осадки сточных вод представляют суспензии, в которых дисперсной фазой являются твердые частицы органического и минерального происхождения, а дисперсионной средой вода с растворенными в ней веществами.

Осадок имеет слабокислую реакцию среды, бактериальная заселенность осадков на порядок выше, сточных вод.

Активный ил представляет биоценоз простейших микроорганизмов. Структура активного ила представляет хлопьевидную массу бурого цвета, однородную по фракционному составу: около 98 % частиц ила имеют размеры до 1 мм. Влажность активного ила в зависимости от принятой схемы обработки составляет 96–99,2 %. Хлопья активного ила, сформированные из большого числа многослойно расположенных микробиальных клеток, образуют слизь, имеющую чрезвычайно развитую площадь поверхности, составляющую порядка 100 $м^2$ на 1 г сухого вещества. Органическая часть ила составляет 70–75 % массы сухого вещества, зольность колеблется в пределах 25–30 %. Основными компонентами органической части ила являются жиро-, белково-, углеводоподобные вещества, в сумме достигающие 80–85 %. Остальные 15–20 % приходятся на долю лигногумусового комплекса соединений. Количественные соотношения отдельных компонентов в осадке и иле различны. В органическом веществе преобладают белки. В свежем виде активный ил практически не имеет запаха или пахнет свежее вскопанной землей, а со временем приобретает специфический гнилостный запах [3].

Активный ил богат азотом, фосфорным ангидридом, микроэлементами: медь, молибден, цинк. Он имеет питательную ценность и содержит много белка и витаминов. Ил городских очистных сооружений содержит витамины группы В, В12, так же вредные вещества в частности яды, химикаты, соли тяжелых металлов, патогенные микроорганизмы, яйца гельминтов и т.п.

Состав осадка и ила может меняться в значительных пределах и зависит от состава сточных вод, принятой схемы очистки и других факторов.

Большое содержание органических веществ обусловливает способность осадков быстро загнивать, а высокая бактериальная зараженность, наличие в них яиц гельминтов создают опасность распространения инфекций [1].

После обезвоживания осадки городских сточных вод попадают на иловые площадки городов, где могут храниться десками лет. Характеристика состава осадков сточных вод, хранящихся на иловых полях города Новокузнецка представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав осадка иловых полей города Новокузнецка

Показатель и единица измерения	Нормы по ГОСТ	Значение
Влажность, %	-	76-80
БГКП в 1 грамме	1000	2380000
Реакция среды (pH сол)	5,5-8,5	7,02
Реакция среды (pH водн)		6,9
Массовая доля органических веществ (гумус), % на сухое вещество	20	61,9
Массовая доля общего азота, % на сухое вещество	0,6	7,1
Массовая доля общего фосфора, % на сухое вещество	1,5	1,93
Цинк	1750	96,7
Кадмий	15	0,119
Свинец	250	11,38
Медь	750	4,72
Ртуть	7,5	0,117
Мышьяк	10	0,41
Хром	500	1,82
Никель	200	2,62

Большое содержание органических веществ обуславливает способность осадков быстро загнивать, а высокая бактериальная зараженность, наличие в них яиц гельминтов создают опасность распространения инфекций. Поэтому основной задачей обработки осадков является их обезвреживание: получение безопасного в санитарном отношении продукта [1], что позволяет достичь способ брикетирования ила и шлама, использующий для обеззараживания печи СВЧ.

Ликвидация, обезвреживание складированных на территории городов и ближних пригородов осадков улучшит санитарные условия, снизит антропогенную нагрузку на природную среду, поднимет культуру производства, оздоровит социально-экологическую и экономическую обстановку в регионе и в РФ в целом.

Библиографический список

1. Строительно-ремонтный портал Мастер и Мастерица [Электронный ресурс], – Режим доступа: www.stroyremportal.ru/kanal/k162.html

2. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс], – Режим доступа: www.dic.academic.ru/searchall.php?SWord=%D0%A8%D0%BB%D0%B0%D0%BC&s=1&d=1
3. Вентиляция и отопление [Электронный ресурс], – Режим доступа: www.airheating.ru/spravochnik/kommunalnoe_vodosnabzhenie/aktivnyy_il/

УДК 504.75(07)

ОЦЕНКА РИСКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЗВЕШЕННЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ ЗОЛООТВАЛА КРУПНОЙ ГРЭС ЮГА КУЗБАССА

Голиков Р.А., Олещенко А.М., Панаиотти Е.А., Суржиков Д.В., Климов П.В.

НИИ комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний СО РАМН
г. Новокузнецк

Отходы производства Томь-Усинской ГРЭС, – продукты сжигания каменного угля (зола), считаются малоопасными отходами и отнесены к IV классу токсичности. Однако вследствие мелкофракционного состава и значительных площадей занимаемой ими территории (39 га), отмечается загрязнение атмосферного воздуха взвешенными частицами фракции PM10 (менее 10 мкм), содержащими такие токсичные вещества как свинец, кадмий, хром, кремний, алюминий, литий. Расчет распространения взвешенных веществ в атмосфере, выделяющихся от площадного источника (золоотвала) проводился по методике, предложенной М.Е. Берляндом (1975). Полученные результаты показали, что для площади золоотвала 39 га выделение взвешенных веществ составляет 780 г/с, при этом максимальная концентрация определяется на расстоянии 28,4 метров от края отвала и составляет 44,62 мг/м^3. Расчет индивидуального пожизненного (неканцерогенного) риска смертности от вдыхания взвешенных частиц фракции PM10 для жителя определенного населенного пункта проводился по формуле:

$$R_{инд} = C_{сг} \cdot 0{,}35 \cdot K_{в} \cdot (1\text{-}K_{п}),$$

где $C_{сг}$ – среднегодовая концентрация взвешенных веществ в мг/м^3;
0,35 – единичный фактор риска;
$K_{п}$ – коэффициент, учитывающий повторяемость ветров направления «золоотвал - населенный пункт» в течение года;
$(1\text{-}K_{п})$ – коэффициент, учитывающий временной период выделения взвешенных веществ в атмосферный воздух в течение года.

В таблице 1 представлены среднегодовые концентрации взвешенных частиц, индивидуальный (пожизненный) и популяционный риски дополнительной смертности населения в населенных пунктах, подверженных воздействию выделения в атмосферу взвешенных частиц от золоотвала Томь-Усинской ГРЭС.

Таблица 1 – Уровни среднегодовой концентрации взвешенных веществ, индивидуального (пожизненного) и популяционного (годового) рисков дополнительной смертности в зонах воздействия золоотвала Томь-Усинской ГРЭС

Зоны (точки) воздействия	Среднегодовые концентрации взвешенных веществ, мг/м^3	Индивидуальный риск (исчислен на площадь золоотвала 39 га), доли единицы	Относительный популяционный риск, число дополнительных случаев смерти в год на 1 тыс. населения	Удельный индивидуальный риск (исчислен на площадь золоотвала 1 га), доли единицы	Удельный относительный популяционный риск (исчислен на площадь золоотвала 1 га)
д. Безруково	$7{,}3\cdot10^{-2}$	$2{,}55\cdot10^{-2}$	0,364	$6{,}54\cdot10^{-4}$	$9{,}33\cdot10^{-3}$
п. Притомский	$8{,}4\cdot10^{-3}$	$2{,}94\cdot10^{-3}$	0,042	$7{,}5\cdot10^{-5}$	$1{,}08\cdot10^{-3}$
г. Мыски	$8{,}4\cdot10^{-4}$	$2{,}94\cdot10^{-4}$	$4{,}2\cdot10^{-3}$	$8{,}0\cdot10^{-6}$	$1{,}08\cdot10^{-4}$
ст. Тальжино	$1{,}55\cdot10^{-3}$	$5{,}4\cdot10^{-4}$	$7{,}7\cdot10^{-3}$	$1{,}4\cdot10^{-5}$	$1{,}97\cdot10^{-4}$
д. Атаманово	$1{,}05\cdot10^{-3}$	$3{,}7\cdot10^{-4}$	$5{,}3\cdot10^{-3}$	$9{,}0\cdot10^{-6}$	$1{,}36\cdot10^{-4}$
г. Новокузнецк (микрорайон Абашево)	$3{,}5\cdot10^{-3}$	$1{,}22\cdot10^{-3}$	$1{,}74\cdot10^{-2}$	$3{,}1\cdot10^{-5}$	$4{,}46\cdot10^{-4}$
г. Новокузнецк (микрорайон Байдаевка)	$3{,}5\cdot10^{-3}$	$1{,}22\cdot10^{-3}$	$1{,}74\cdot10^{-2}$	$3{,}1\cdot10^{-5}$	$4{,}46\cdot10^{-4}$

Как видно из таблицы 1, наибольшая концентрация взвешенных частиц, имплицированных выделением золоотвала Томь-Усинской ГРЭС, отмечается в деревне Безруково ($7{,}3\cdot10^{-2}$ мг/м^3), наименьшая – в городе Мыски ($8{,}4\cdot10^{-4}$ мг/м^3).Наибольший индивидуальный пожизненный (неканцерогенный) риск смертности от вдыхания взвешенных веществ, эоловоотходящих от золоотвала ГРЭС, отмечается в деревне Безруково и составляет величину $2{,}55\cdot10^{-2}$ долей единицы. В городе Мыски, на станции Тальжино, в деревне Атаманово данные показатели риска ниже в 86,7; 47,2; 68,9 раза соответственно. В поселке Притомском и микрорайонах г. Новокузнецка (Абашево, Байдаевка) величины индивидуального риска дополнительной смертности, связанного с загрязнением атмосферного воздуха золоотвалом ГРЭС, составляют $2{,}94\cdot10^{-3}$ и $1{,}22\cdot10^{-3}$ соответственно. Уровни годового относительного популяционного риска дополнительной смертности, имплицированного взвешенными частицами рассматриваемо-

го площадного источника, составляют в д. Безруково 0,364, в п. Притомском – 0,042, в г. Мыски – 0,0042, на ст. Тальжино – 0,0077, в д. Атаманово – 0,0053, в микрорайонах г. Новокузнецка – 0,0174 (на 1 тыс. населения).

Величины годового популяционного риска составляют в д. Безруково 0,364, в п. Притомском – 0,19, г. Мыски – 0,18, на ст. Тальжино – 0,0077, в д. Атаманово – 0,0053, в микрорайонах г. Новокузнецка (Байдаевка и Абашево) – 0,52 дополнительных случаев смерти в год, связанных с вдыханием взвешенных частиц, выделяющихся от золоотвала Томь-Усинской ГРЭС. Суммарный популяционный риск по всем населенным пунктам исчислен на уровне 1,796 дополнительных случаев смерти в год. Проведение рекультивационных работ на 1 га золоотвала позволит снизить индивидуальный пожизненный риск в д. Безруково на величину $6{,}54 \cdot 10^{-4}$. В остальных населенных пунктах это снижение составляет значения от $0{,}8 \cdot 10^{-5}$ до $7{,}5 \cdot 10^{-5}$ (в долях единицы). Суммарное снижение годового популяционного риска по всем населенным пунктам исчислено на уровне 0,046 дополнительных случаев смерти в год.

Существование источников и факторов риска, в той или иной степени угрожающих здоровью населения, означает необходимость обоснования, принятия и исполнения решений, которые обеспечивают снижение этого риска до приемлемого уровня. Сама процедура принятия решений включает два взаимосвязанных этапа: анализ и оценку степени (уровня) риска и управление риском. Анализ и оценка риска характеризуют масштабы воздействия источников и факторов риска техногенного характера на здоровье населения и обусловленную этим степень экологической опасности. С целью принятия эффективных управленческих решений, направленных на снижение риска, необходимо перейти от самих показателей (единиц) риска к монетарным показателям (единицам измерения). Этот переход может осуществляться на основе концепции социально-экономического ущерба, в соответствии с которой предполагается линейная связь между натуральными (пожизненный риск R) и экономическими показателями ущерба. Если принять социально-экономический ущерб, определяющий экономические потери из-за дополнительного риска здоровью населения за Y, тогда $Y = \alpha R$, где α – коэффициент пропорциональности, цена риска, измеряемая в рублях или $ на единицу риска. Учитывая существенно более низкие среднедушевые доходы населения России по сравнению с населением США и Евросоюза и связанную с этим более низкую готовность обменивать рыночные блага на нерыночные, для проведения оценок социально-экономического ущерба следует использовать минимальное значение стоимости единицы риска: 30 тыс. $ на один дополнительный случай смерти от воздействия неканцерогенных загрязнителей, что по современному курсу доллара составляет 900 тыс. рублей.

Полученные нами результаты оценки риска, связанного с эоловым выделением взвешенных частиц от золоотвала Томь-Усинской ГРЭС показали, что дополнительному риску подвергается около 115 тыс. населения,

проживающего в принятых для оценки селитебных зонах: на них приходится 1,79 случаев дополнительных смертей в год от вдыхания данных взвешенных частиц фракции PM10 (менее 10 мкм). Ежегодный ущерб для здоровья населения, проживающего на рассматриваемых селитебных территориях, составляет 1,79 х 900,0 = 1611,0 тыс. руб. На 1 га золоотвала натуральный ущерб от дополнительной смертности населения по рассматриваемым населенным пунктам составляет 0,046 случаев в год, что по социально-экономическому показателю ущерба имеет стоимость 41,3 тыс. рублей. Для снижения величины дополнительной смертности населения, включенной в оценку риска селитебных зон, на 1 случай в год, необходимо рекультивировать 21,7 га площадного источника (золоотвала) поступления взвешенных веществ в атмосферный воздух. Проведение низкозатратных рекультивационных мероприятий окажет значительное влияние на снижение дополнительной смертности населения, проживающего в зоне влияния эолового переноса от золоотвала.

Методология оценки риска дополнительной смертности населения от загрязнения окружающей среды, принятая в США и странах Евросоюза в основу экологической политики и использованная в данной работе, позволила на примере площадного источника поступления взвешенных частиц в воздушный бассейн провести идентификацию опасности, оценку экспозиции, дать характеристику риска и осуществить управление риском для расчета экономической эффективности рекультивационных мероприятий, проведение которых на золоотвале Томь-Усинской ГРЭС позволит снизить дополнительную смертность населения и даст годовой экономический эффект в 1611,0 тыс. рублей.

УДК 669.621.78.062

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА НА ОБРАЗОВАНИЕ ОКСИДОВ АЗОТА

Коротков С.Г., Чичик Е.Б.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Сжигание топлива в теплоэнергетических установках и промышленных печах приводит к выбросу в атмосферу продуктов сгорания органического топлива, содержащих токсичные NO_x (главным образом монооксид NO и в меньшей степени диоксид NO_2).

Количество образующихся оксидов азота зависит от характеристик топлива, режимных и конструктивных параметров топливо сжигающих устройств и топочной камеры. Поэтому на стадии проектирования тепловых установок необходимо проводить расчеты ожидаемых выбросов окси-

дов азота и предусматривать меры по снижению их до величин, не превышающих нормативы.

В уходящих газах паровых и водогрейных котлов монооксид азота NO составляет 95-99% общего выброса NO_x, в то время как содержание более токсичного диоксида азота NO_2 не превышает 1-5%. После выброса дымовых газов в атмосферу под воздействием природных факторов большая часть NO конвертирует в NO_2 [1].

Источниками оксидов азота является молекулярный азот воздуха, используемого в качестве окислителя при горении, и азотосодержащие компоненты топлива. В связи с этим принято делить оксиды азота на воздушные и топливные. Воздушные в свою очередь можно разделить на термические, образующиеся при высоких температурах за счет окисления молекулярного азота воздуха, и так называемые «быстрые» оксиды азота, образующиеся во фронте факела при сравнительно низких температурах в результате реакции углеводородных радикалов с молекулой азота [1].

В данной работе были произведены расчеты концентрации NO_x в дымовых газах при следующих условиях: первое- на примере пылеугольного котла ТП-87. Топливо- кузнецкий тощий уголь со следующими характеристиками: зольность A^r=20,3%; влажность W^r=9,7%; содержание азота N^r=1,5%; выход летучих V^{daf}=14%; теплота сгорания Q_i^r=22,06 МДж/кг. Горелки вихревые: коэффициент избытка воздуха $\alpha_Г$=1,1; доля первичного воздуха α_I=0,2; степень рециркуляции дымовых газов через горелки R=0%; температура за зоной активного горения $T''_{ЗАГ}$=1680-2180 К; присосы в топку $\Delta\alpha_Г$=0,1; третичное дутье $\alpha_Ш$=0; теоретический объем газов $V_Г^0$=6,25 м^3/кг; теоретический объем воздуха $V_В^0$=5,87 м^3/кг; объем водяных паров V_{H_2O}=0,1-0,6 м^3/кг.

Второе- произведен расчет концентрации оксидов азота при сжигании природного газа в котле ТГМП-204ХЛ, на номинальной нагрузке для трех вариантов: 1 – с вводом газов рециркуляции; 2 – с вводом газов рециркуляции и впрыском воды; 3 – двухступенчатое сжигание с вводом газов рециркуляции (рис. 5). Режимные параметры равные для всех трех вариантов: теплота сгорания топлива Q_i^r=35,3 МДж/м^3; теоретический объем воздуха, необходимого для полного сжигания топлива, V_E^0=9,52 м^3/ м^3; теоретический объем продуктов сгорания при α=1,0 $V_Г^0$=10,68 м^3/ м^3; коэффициент избытка воздуха на выходе из топки $\alpha''_Г$=1,05 для 2 и 3 варианта, а для первого варианта $\alpha''_Г$=1,07; присосы холодного воздуха в топку $\Delta\alpha_Г$=0; температура горячего воздуха $t_{ГВ}$=360^{0}С; температура холодного воздуха $t_{ХВ}$=30^{0}С; доля газов рециркуляции, подаваемых в топку, R=0,05; температура газов рециркуляции $t_{ГР}$=390^{0}С. Режимные параметры для рассмотренных случаев: для третьего варианта доля воздуха, подаваемого во вторую ступень горения δ=0,33; для второго варианта водотопливное

отношение (по массе) $G_{ВЛ}/G_{ТПЛ}$=0,17 кг/кг; температура воды, подаваемой в топку, $t_{ВЛ} = 20\ ^{o}C$.

Пересчет массовой концентрации оксидов азота на стандартные условия, г/м^3 производился в соответствии с методикой [1]:

$$NO_2^{стт.} = NO_2^{м} \cdot \frac{V_г^{R.g}}{[V_{сг}^{o} + (1{,}4\text{-}1) \cdot V_e^{o}] \cdot (1+R)},$$

где $V_г^{R.g}$ – объем продуктов сгорания, образовавшихся при сжигании 1 кг жидкого (1 м^3 газообразного) топлива при вводе в зону активного горения газов рециркуляции и влаги, м^3/кг (м^3/м^3);

V_e^{o} – теоретическое количество воздуха при α = 1,0, м^3/кг (м^3/м^3);

$V_{сг}^{o}$ – объем продуктов сгорания, образовавшихся при α = 1,0, м^3/кг (м^3/м^3);

R – доля рециркуляции дымовых газов в зону активного горения (0-0,35).

Массовая концентрация оксидов азота (в пересчете на NO_2) во влажных продуктах сгорания при нормальных условиях определяется по формулам:

при сжигании газа: 4

$$NO_2^{Г} = 2{,}05 \cdot 10^{-3} \cdot K_г [26{,}0 \cdot \exp(0{,}19 \cdot \frac{\overline{T}_{заг} - 1700}{100}) - 4{,}7] \cdot [\exp(q_{заг}^{отр}) - 1] \cdot [13{,}0 - 79{,}8 x$$

$$x(\alpha_{заг} - 1{,}07)^4 + 18{,}1 \cdot (\alpha_{заг} - 1{,}07)^3 + 59{,}4 \cdot (\alpha_{заг} - 1{,}07)^2 + 9{,}6 \cdot (\alpha_{заг} - 1{,}07)] \cdot \tau_{заг};$$

при сжигании твердого или жидкого топлива (мазута):

$$NO_2^{М} = 2{,}05 \cdot 10^{-3} \cdot K_Г \{[24{,}3 \cdot \exp(0{,}19 \cdot \frac{\overline{T}_{заг} - 1650}{100}) - 12{,}3] \cdot [\exp(q_{заг}^{отр}) - 1] x$$

$$x[15{,}1 - 131{,}7 \cdot (\alpha_{заг} - 1{,}09)^4 + 72{,}3 \cdot (\alpha_{заг} - 1{,}09)^3 + 73{,}0 \cdot (\alpha_{заг} - 1{,}09)^2 + 2{,}8 \cdot (\alpha_{заг} - 1{,}09)] x$$

$$x \tau_{заг} + \Delta NO_2^{ТПЛ}\};$$

где $\overline{T}_{ЗАГ}$ – среднеинтегральная температура продуктов сгорания в зоне активного горения, К;

$q_{ЗАГ}^{отр}$ – отраженный тепловой поток в зоне активного горения, МВт/м^2;

$\alpha_{ЗАГ}$ – коэффициент избытка воздуха в зоне активного горения;

$\tau_{ЗАГ}$ – время пребывания продуктов сгорания в зоне активного горения, ^{o}C;

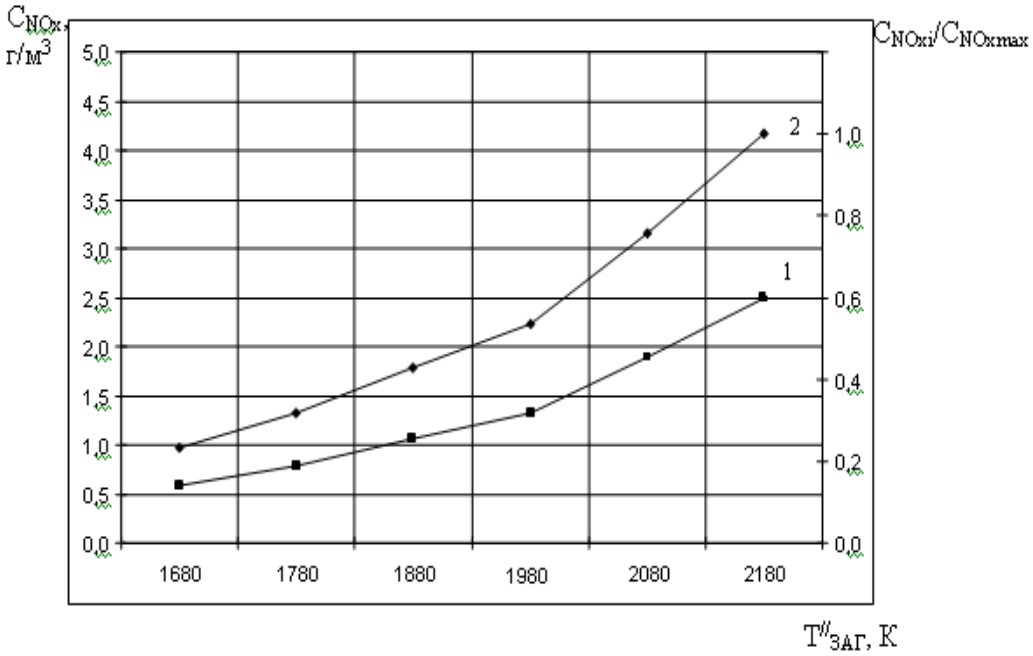
$K_{Г}$ – коэффициент, учитывающий конструкцию горелочного устройства;

$\Delta NO_2^{ТПЛ}$ – член, учитывающий количество топливных оксидов азота при превышении содержания азота в составе мазута 0,3 %, рассчитываемый как:

$$NO_2^{ТПЛ} = \frac{650 \cdot (N^{г} - 0,3)}{V_{Г}}$$

где $V_{Г}$ - объем продуктов сгорания в ЗАГ.

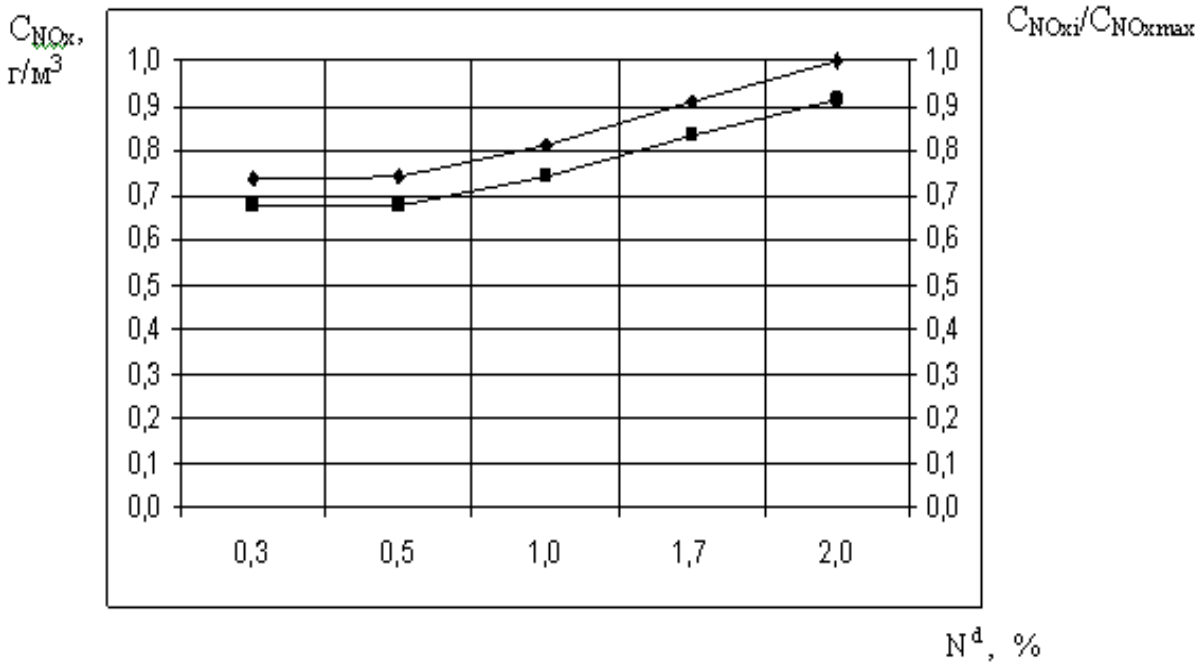
Результаты расчетов представлены в графической форме (см. рисунки 1,2,3,4,5).



1- абсолютная концентрация NO_x; 2- относительная концентрация NO_x.

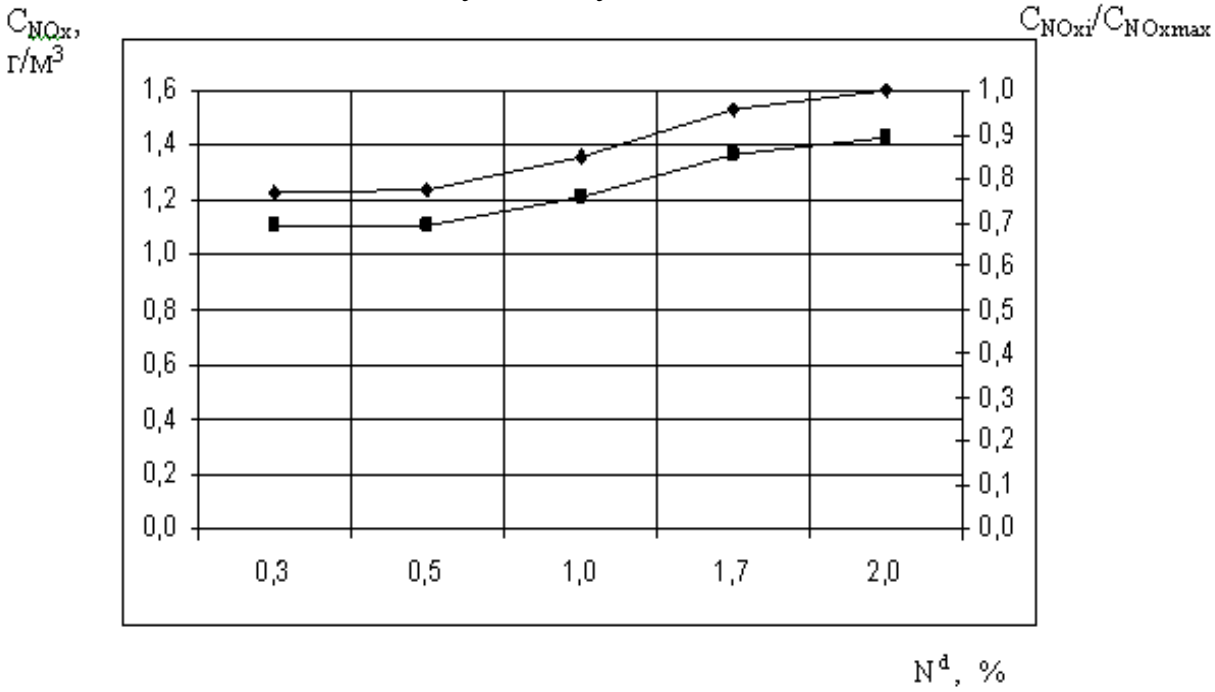
Рисунок 1-Зависимость абсолютной и относительной концентраций NO_x в дымовых газах от температуры за зоной активного горения.

Выход оксидов азота при горении топлива увеличивается с ростом температуры подогрева воздуха, с повышением теплоты сгорания топлива и с повышением температуры рабочего пространства печи.



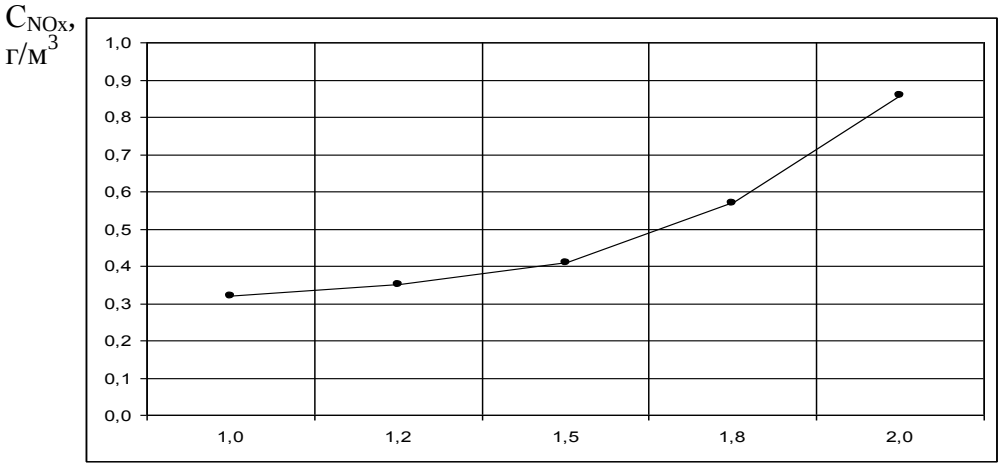
■- абсолютная концентрация; ♦- относительная концентрация

Рисунок 2 – Зависимость абсолютной и относительной концентрации NO_x в дымовых газах от содержания азота в топливе без учета «подсветки» угля мазутом.



■- абсолютная концентрация; ♦- относительная концентрация.

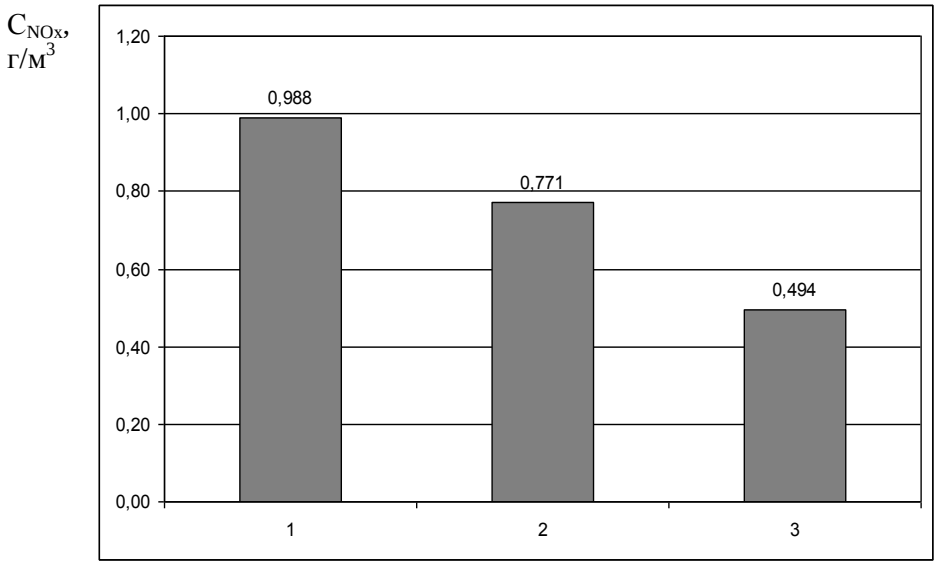
Рисунок 3 – Зависимость абсолютной и относительной концентрации NO_x в дымовых газах от содержания азота в топливе с учетом «подсветки» угля мазутом.



Соотношение скоростей воздуха в выходном сечении горелки, w_2/w_1

Рисунок 4- Зависимость выхода оксидов азота от соотношения скоростей первичного w_1 и вторичного w_2 воздуха в выходном сечении горелки.

Снижение выхода NO_x при уменьшении w_2/w_1 объясняется снижением уровня температур на первой стадии горения из-за неполноты сгорания топлива, вызванное замедлением процессов смесеобразования.



Варианты сжигания природного газа

1 – с вводом газов рециркуляции; 2 – с вводом газов рециркуляции и впрыском воды; 3 – двухступенчатое сжигание с вводом газов рециркуляции

Рисунок 5 – Концентрация оксидов азота при сжигании природного газа для трех вариантов

Библиографический список

1. Котлер В.Р., Енякин Ю.П. и др. методические указания по расчету выбросов оксидов азота с дымовыми газами. Стандарт организации СО 153-34.02.304-2003, М.: ОАО «ВТИ», 2005.-19 с.

УДК 614.8.084

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫМИ РИСКАМИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Ушаков А.Г., Брюханова Е.С., Ушаков Г.В.
Научный руководитель – д.х.н., профессор Трясунов Б.Г.

Кузбасский государственный технический университет
г. Кемерово

Основную опасность химических процессов и технологий составляют неконтролируемые аварийные или иные выбросы веществ и накопленной энергии в окружающую среду. Причины этого – единичные случайные события, которые могут быть вызваны различными предпосылками: отказами техники, ошибками обслуживающего персонала, проектировщиков оборудования и т. п., неучтенными внешними воздействиями. Можно выделить ряд факторов, непосредственно способствующих этому. Среди них как прямые: старение материально-технической базы, неверные действия персонала в нештатных ситуациях, низкая надежность аппаратов, непосредственно связанных с производственными опасностями и т. д., так и косвенные: отсутствие единой методологии предупреждения и снижения тяжести техногенных происшествий, недостаточная интеграция работ по обеспечению экологической, промышленной безопасности и охране труда [1].

Внедрение технологий анаэробного сбраживания отходов, для получения биогаза с высокой концентрацией метана значительно увеличивает вероятность техногенных рисков, связанных с утечкой метана в атмосферу, потенциальной опасностью взрывов и других аналогичных внештатных ситуаций.

Высокая пожаровзрывоопасность метана определяет повышенный риск возможных аварийных ситуаций. Основными составляющими ущерба будут являться как вред, нанесенный жизни и здоровью обслуживающего персонала и жителей близлежащих населенных пунктов, так и экономический урон, нанесенный материальными потерями.

Таким образом, в условиях широкого распространения биогазовых установок в промышленных масштабах и для индивидуальных фермерских хозяйств актуальным представляется проведение анализа условий формирования техногенных рисков и способов их минимизации, оценки последствий и способов оптимизации внешних условий. Кроме того, применение методов управления рисками является эффективным инструментом решения проблем защиты окружающей природной среды и людей.

Цель работы – разработка эффективных методов управления техногенными рисками при внедрении и реализации биогазовых технологий переработки органических отходов.

На основании поставленной цели сформулированы следующие задачи исследований:

1. Проананализировать техногенные риски и значимые факторы их формирования.

2. Разработать и обосновать технические решения для минимизации техногенных рисков.

В виду достаточно обширного смысла понятия «техногенный риск» и часто различной его трактовки, необходимо уточнить этот термин. В данной работе будем подразумевать следующее – комплексный показатель надежности элементов техносферы, выражающий вероятность аварии или катастрофы при эксплуатации машин, механизмов, реализации технологических процессов, строительстве и эксплуатации зданий и сооружений [2].

Рассмотрим основные факторы, которые могут стать причиной возникновения аварийных или внештатных ситуаций при реализации биогазовых технологий.

1. Опасности, связанные с наличием метана в составе биогаза в концентрациях, доходящих до 80 % об.

2. Организация системы подогрева метантенков для достижения оптимального температурного режима сбраживания. Здесь потенциальная опасность заключается в сложной системе газо- и водопроводов, необходимости эксплуатации котельных установок, что означает наличие операций по сжиганию твердых (уголь), жидких (мазут) или газообразных (природный газ, биогаз) энергоносителей.

По нашему мнению, ключевым является первый фактор, поскольку именно наличие больших концентраций метана в составе биогаза предъявляет повышенные требования к безопасности технологических процессов и их аппаратурному оформлению. И, в первую очередь, все технические решения должны быть направлены на повышение безопасности процесса переработки отходов, а именно минимизацию техногенных рисков возникновения взрывопожароопасных ситуаций. Предпосылками этого может стать утечка биогаза в окружающую среду, разгерметизация биореатора, даже вскрытие его для выгрузки сброженной массы может явиться причиной взрыва, если не учесть остаточное присутствие биогаза в аппарате и не провести операций по его дегазации [3, 4].

Подогрев метантенков является неотъемлемой частью технологических процессов анаэробной переработки органических веществ. Особенно важен вопрос регулирования температуры биореакторов, работающих в условиях России в целом, Сибири и Дальнего Востока в частности. Процесс брожения необходимо осуществлять при выбранном оптимальном температурном режиме, даже кратковременное нарушение которого, особенно в сторону снижения температуры, приводит к торможению стадии

метаногенеза, накоплению кислот за счет активной работы более устойчивых гидролитических организмов, нарушению трофических связей и процесса в целом [5].

Часто крупные биогазовые установки размещают на открытом воздухе, при этом теплопотери достигают значительных величин. Для их снижения возможно три варианта:

- применение теплоизоляционных материалов, способных даже при значительных перепадах температур сохранять свои свойства, неразрушающихся при реверсе температур, отличающиеся низкой теплопроводностью и высокими механическими свойствами.

- более интенсивная подача теплоносителя (горячая вода, пар), но при этом значительно возрастают затраты на его выработку, труднее становится контролировать процесс переработки массы, подвергаемой брожению, в частности ее температурную однородность, инерционность нагрева.

- комбинированный вариант, наиболее часто встречающийся на практике – совместное использование, как высокоэффективной теплоизоляции, так и интенсивного нагрева аппаратов, особенно при низких температурах окружающей среды.

Проанализируем систему подогрева метантенков для выявления потенциальных техногенных рисков, связанных с ней.

Во-первых, следует выделить процессы сжигания энергоносителей в котельных установках для нагрева воды или получения пара, используемых для обогрева реакторов.

Во-вторых, сложная система газо- или водопроводов, оборудованных различного рода воздухо- и газодувками, насосами и т. п.

В-третьих, высокие требования в пожаро- и взрывобезопасности как самих аппаратов, так находящихся в непосредственной близости от них материалов. К таким, прежде всего, относится теплоизоляционные материалы, которыми утепляют метантенк.

В-четвертых, выбросы дымовых газов в атмосферу. При этом в зависимости от применяемого котельного топлива и условий сжигания, состав и количество выбрасываемых вредных веществ значительно варьируется. Однако экологический ущерб, наносимый природной среде, по-прежнему остается высоким.

Для минимизации техногенных рисков обозначенных выше и устранения причин их появления нами разработаны следующие технические решения:

1. Обогрев метантенка с применением источников инфракрасного излучения.

2. Дешевая и качественная теплоизоляция на основе силикатов щелочных металлов.

Нами создана лабораторная биогазовая установка, в которой в качестве обогревательного элемента использована термопленка (рисунок 1), применяемая для инфракрасного обогрева различного рода поверхностей.

Состав пленки: карбоновая паста, серебряная паста, медь, полиэстеровая пленка.

Основные технические характеристики:

- напряжение сети 220-230 В, 50 Гц;
- максимально потребляемая мощность: 220 Вт/м^2;
- толщина термопленки: 0,28 мм;
- температура на поверхности термопленки: до 60 ^{o}С;
- длина волны 5-20 мкм;
- температура плавления термопленки 265 ºС.

Применение такого нагревательного элемента позволяет значительно упростить эксплуатацию установки, повысить контроль за изменением температуры. Важной отличительной особенностью термопленки является ее негорючесть. Это важно, поскольку все оформление технологического процесса сбраживания должно быть пожаробезопасным, учитывая непосредственную близость горючего газа – метана.

Рисунок 1 – Термопленка

Однако применение одной только термопленки, в качестве нагревательного элемента для обогрева биореакторов не достаточно, в виду больших теплопотерь в окружающую среду. Необходимо использование теплоизоляционных материалов.

Как было сказано выше, при реализации биогазовых технологий существует потенциальный риск возникновения пожара и взрыва, что обусловлено необходимостью непосредственного обращения, транспотирования, хранения биогаза, содержащего CH_4 до 80 % об. Помимо опасности самого биогаза, как источника больших концентраций метана, необходимо полностью исключить возможность нагрева аппаратов или контакта с ними открытого огня, например в случае пожара или других аварийных ситуаций на близлежащих объектах, аппаратах или окружающей природной местности. Поэтому для проектирования реакторов необходимо выбирать

пожаробезопасные материалы. Это же относится и к теплоизолирующим средствам.

В качестве теплоизоляции нами использованы легкие пористые гранулы стеклопора (рисунок 2), полученные на основе силиката щелочных металлов. Данный материал разработан при участии Лаборатории очистки воды, процессов и аппаратов переработки отходов КузГТУ.

Главным достоинством применяемого стеклопора является негорючесть и устойчивость к высоким температурам (до 700-750 ºС). Насыпная плотность зависит от состава исходной смеси компонентов и варьируется от 50 до 250 кг/м^3. Теплопроводность – 0,05-0,07 ккал/(м·$^\circ$С).

Указанные технические решения применены для модернизации лабораторной установки анаэробного сбраживания органических отходов. Ее эксплуатация показала стабильность температур обогрева метантенка и простоту обслуживания.

Рисунок 2 – Теплоизоляционные легковесные гранулы на основе силиката щелочных металлов

Таким образом, представляется возможным значительное снижение потенциальных техногенных рисков реализации биогазовых технологий путем модернизации системы обогрева и теплоизоляции метантенков. Реализация рассмотренных выше решений напрямую скажется на повышении безопасности процесса с точки зрения пожаро- и взрывоопасности.

Библиографический список

1. Белов П.Г. Теоретические основы менеджмента техногенного риска: дисс. на соик. уч. степ. д. т. н. 05.26.03. – Москва, 2007. – 418 с.
2. Акимов В.А. Надежность технических систем и техногенный риск. – М.: ЗАОФИД «Деловой экспресс», 2002. – 368 с.
3. Бесчастнов М.В., Соколов В.М. Предупреждение аварий в химический производствах. – М.: Химия, 1979. – 392 с.
4. Бесчастнов М.В. Взрывобезопасность и противоаварийная защита химико-технологических процессов. – М.: Химия, 1983. – 472 с.

5. Воронов Ю.В., Яковлев С.В. Водоотведение и очистка сточных вод. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 704 с.

УДК 622.7

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА

Башлыкова Т.В., Пахомова Г.А., Данильченко Л.М., Бабич И.Н., Гетман С.В., Чистяков Д.А.

МИСиС, ООО «НВП Центр-ЭСТАгео»
г. Москва

Неуклонный рост потребления полезных ископаемых приводит к увеличению объемов добываемых и перерабатываемых минеральных ресурсов и, как следствие, к образованию техногенных скоплений.

В России ежегодное поступление горнопромышленных отходов (ГПО) составляет почти 2 млрд т. Всего на территории России в отвалах и хранилищах, полигонах и шламонакопителях общей площадью 300 тыс га накоплено свыше 80 млрд т ГПО [1]. В стоимостном выражении эти отходы оцениваются в миллиарды долларов США.

В связи с ухудшением качества минерально-сырьевой базы на многие горноперерабатывающие производства поступает сырье с более низкими содержаниями ценных компонентов по сравнению с их концентрациями в накопленных хвостах обогащения.

Горнопромышленные отходы имеют извлекаемую и потребительскую ценность. Извлекаемая ценность – это обусловленное особенностями вещественного состава количество ценного компонента, извлекаемого в товарную продукцию рациональным комплексом методов и аппаратов на данном этапе развития науки, техники и технологии.

Рациональный комплекс методов и аппаратов устанавливается в процессе технологической оценки техногенного объекта (ТО) [2].

Потребительская ценность техногенного сырья определяется его потребительскими свойствами, позволяющими использовать его в промышленности (например, в стройиндустрии) без вторичной переработки и извлечения из него ценных компонентов.

Техногенное сырье является сложным объектом для переработки: низкие содержания ценных компонентов, сложный характер их выделения и распределения, наличие большого количества шламовых, тонкодисперсных частиц и сложных по составу фаз. В связи с этим оценка технологических свойств и обоснование рациональной технологии вторичной переработки с получением товарной продукции является главной задачей изучения техногенных объектов.

К современной технологической оценке техногенного сырья предъявляются следующие требования: направленность на ресурсосбережение и повышение глубины переработки; системный и комплексный подход; использование инновационных технических и технологических решений; полнота и достоверность; исключение субъективного фактора; экологичность используемых и рекомендуемых методов; обоснованность выводов и рекомендаций [3].

Техногенные объекты, подлежащие технологической оценке, показаны на рисунок 1. Каждый вид техногенного сырья требует индивидуального и системного подхода к его технологической оценке: схеме рудоподготовки, определения технологических свойств и их контрастности; особенностей вещественного состава, влияющих на крупнокусковую и глубокую обогатимость и т.д. В данной статье приводятся общие методические подходы и правила к технологической оценке техногенного сырья минерального состава с учетом предъявляемых требований. Требование повышения глубины переработки минерального сырья отвечает принципам инновационного развития недропользования и является доминирующим в системе современной технологической оценки природного и техногенного минерального сырья.

Рисунок 1 – Техногенные объекты, подлежащие технологической оценке

Глубокая переработка техногенного сырья означает максимально возможное извлечение всех ценных компонентов с максимально допустимой номенклатурой товарной продукции, полученной в процессе полного цикла переработки: обогащения, пиро-, гидро-, биогидрометаллургического передела, а также утилизацией полученных вторичных отходов. Другими словами, глубокая переработка является полной утилизацией техногенного сырья. Общая блок-схема процесса повышения глубины переработки

минерального сырья в системе углубления переделов приведена на рисунке 2.

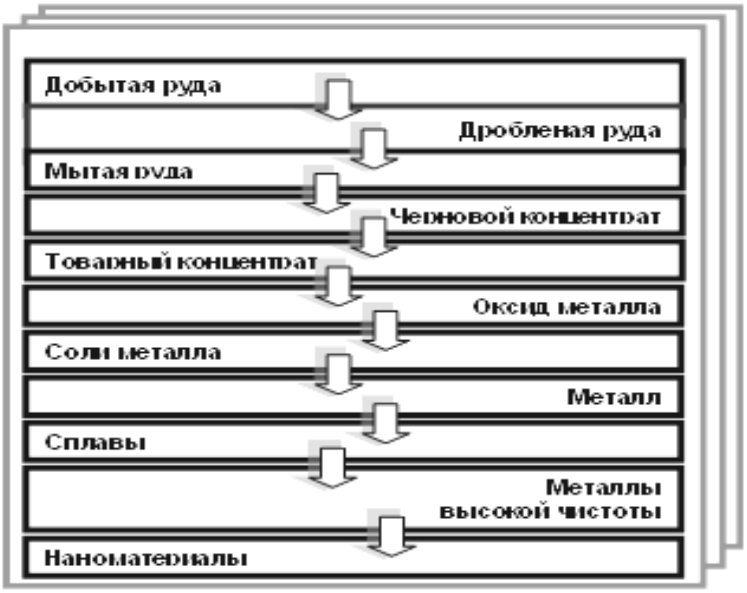


Рисунок 2 – Процесс повышения глубины обогащения минерального сырья

К положительным факторам повышения глубины переработки относятся:

- повышение извлекаемой ценности за счет получения высоколиквидной товарной продукции – конечных продуктов высокой добавочной стоимости;
- повышение комплексности использования сырья за счет извлечения попутных компонентов, расширения ассортимента готовой продукции;
- снижение капитальных и эксплуатационных затрат за счет сокращения числа перечистных операций в цикле основного обогащения;
- вовлечение в переработку низкокачественного комплексного сырья сложного состава.

Решение задачи повышения глубины переработки имеет следующие ограничения:

- продукт предыдущего цикла должен быть получен с максимально возможным извлечением. В противном случае, если в коллективный концентрат извлечение ценных компонентов составит низкую величину, например, 40-60%, то последующими операциями она будет снижена до нерентабельных значений;
- необходимость извлечения попутных ценных компонентов определяется экономическими и экологическими соображениями;
- технологии высших переделов требуют сложнейшего технического обеспечения и высочайшего уровня подготовки кадров, что не всегда возможно в отдаленных районах со слаборазвитой инфраструктурой, но с высокой концентрацией минеральных ресурсов;
- задача повышения глубины переработки не может быть решена за счет единственного технического приема, одного технологического решения, внедрения какого-либо метода или аппарата. Сложная задача требует системного подхода и комплексного решения.

Старый подход к технологической оценке техногенного сырья минерального состава предусматривал определение максимально достижимого доизвлечения ценных компонентов в товарную продукцию по результатам тестирования методов и аппаратов, имеющихся в распоряжении у исследователя.

Новый подход, разработанный авторами статьи, заключается в реализации следующих этапов:

- детальное изучение вещественного состава, его особенностей с помощью современных методов технологической минералогии;
- обоснование неизбежных потерь ценного компонента, обусловленных особенностями вещественного состава;
- определение максимально достижимого извлечения ценных компонентов в товарную продукцию;
- определение технологических свойств и их контрастности;
- обоснование технологии селективного раскрытия ценных компонентов, в том числе сухих методов рудоподготовки;
- обоснование рационального комплекса методов и аппаратов для достижения максимальной извлекаемой ценности, в том числе в сухом (при необходимости) режиме, и его тестирование;
- обоснование возможности интенсификации сепарационных процессов;
- обоснование оптимальной глубины обогащения – рационального сочетания методов механического обогащения и металлургического передела;
- обоснование устойчивости разработанной технологической схемы к возможным изменениям вещественного состава перерабатываемого сырья.

На рисункн 3 показаны последовательность и состав работ по технологической оценке минерального сырья, в том числе техногенного происхождения, и современный комплекс методов технологической минералогии и технологического тестирования. Если при изучении природного минерального сырья прецизионные методы аналитических исследований являются целесообразными, то при изучении техногенного сырья они становятся необходимыми.

Важнейшим аспектом технологической оценки техногенного сырья является информационное обеспечение. В качестве предварительной информации используются следующие данные:

- геологическая справка о месторождении (в случае изучения хвостов обогащения, вскрышных пород, забалансовых руд), в том числе генезис, морфология рудных тел, вмещающие породы, контрастность руды в недрах, параметры разведочных кондиций и т.д.);
- технологическая схема, схема цепи аппаратов с обозначением места образования отхода;
-используемые реагенты, если отход образован в цикле флотации или выщелачивания, добавки, флюсы;

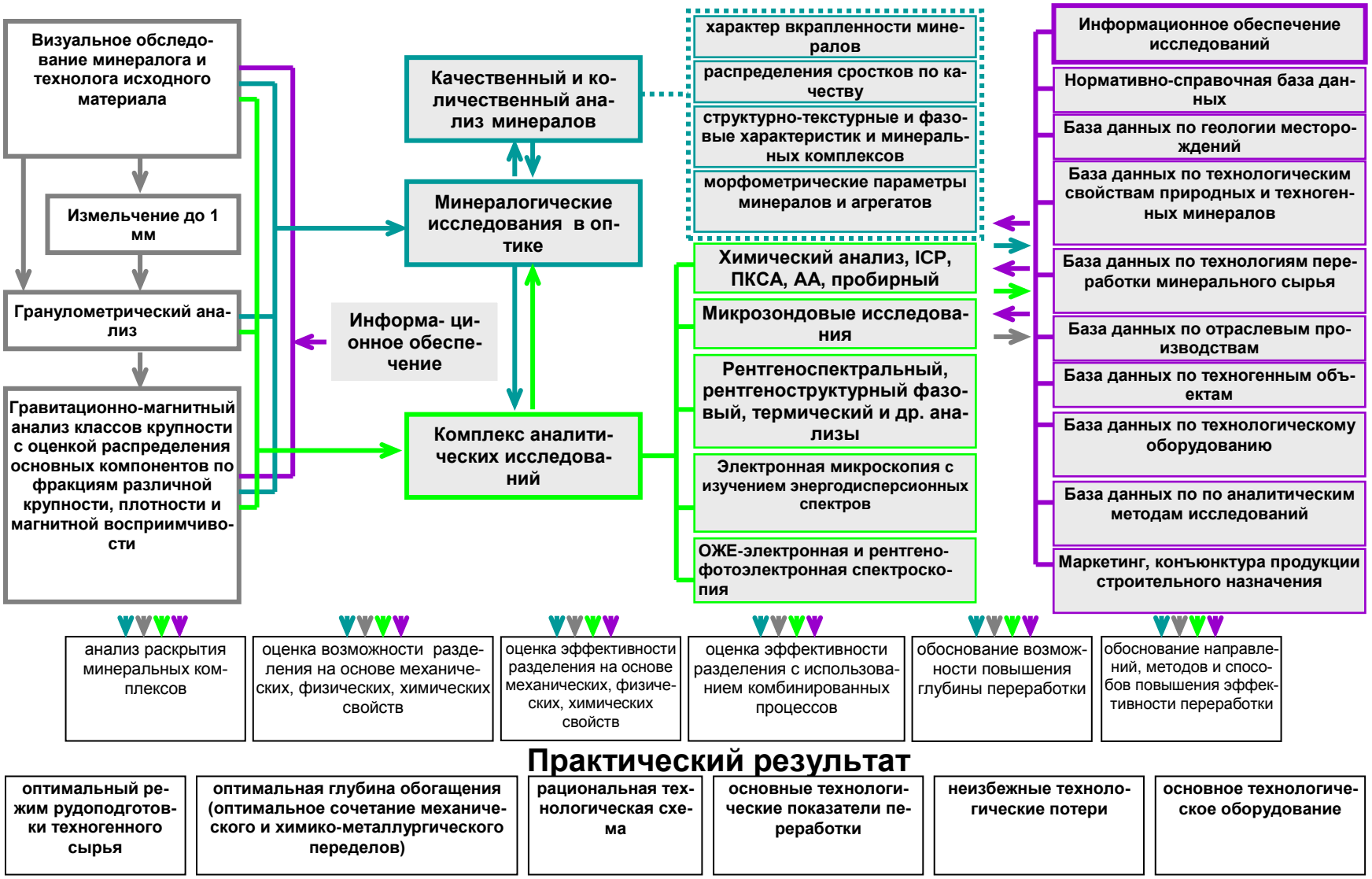


Рисунок 3 – Последовательность и состав работ по изучению технологических свойств и обогатимости техногенного минерального сырья

Информационное обеспечение технологической оценки техногенного сырья представляет собой сбор данных, структурированных под конкретные задачи (рисунок 4).

Рабочая программа технологической оценки конкретного ТО разрабатывается и корректируется с учетом полученной информации.

Выполнение этого требования обязательно не только с точки зрения оптимального ведения следующих этапов технологической оценки, но и из экологических соображений, так как пробоподготовительные операции чаще проводятся в водной среде, в связи с чем знания, например, о возможной агрессивности (кислотности, щелочности) исследуемого материала позволяют предусмотреть мероприятия по ее регулированию.

В категорию необходимых операций при технологической оценке техногенного сырья переходит и седиментационный анализ, причем глубина его проведения повышается как минимум до 5-микронных по крупности фракций вследствие более сложного распределения компонентов именно в тонких фракции по сравнению с природным минеральным веществом, где можно ограничиться выделением фракций крупностью -10 мкм (контролирующих эффективность флотации).

При минералогических исследованиях техногенного вещества особую актуальность приобретает предварительное фракционирование материала по крупности, плотности, магнитной восприимчивости, электропроводности и другим свойствам. По сравнению с природным веществом здесь требуется разделение на более узкие диапазоны. Для диагностики минеральных фаз техногенного сырья важность получения монофракций возрастает.

Важнейшим условием для достоверной технологической оценки является визуализация ценных компонентов, их фаз-концентраторов (рисуноук 5). Выполнение этого условия при оценке сырья с низкими содержаниями ценных компонентов, тонкой вкрапленностью, широким распространением железооксидных образований часто требует применения развернутых схем концентрирования ценного компонента (рисунок 6), предварительной физической (интенсивная дезинтеграция), химической (кислотная обработка, биохимическая обработка, очистка поверхности с помощью микроорганизмов).

При технологической оценке металлургических шлаков необходимо учитывать неравномерный характер выделений металлизованных фаз по крупности для обоснования представительной массы навесок исследовательских и опытных циклов. Для некоторых видов шлаков с особо неравномерным распределением фаз ценных компонентов по крупности (например, шлаков никелевого производства) целесообразно использовать методики изучения крупнокусковой обогатимости с предварительным изучением фаз–концентраторов благородных металлов.

Весьма важно при технологической оценке шлаков металлургического производства получение информации об их структурно-фазовых характеристиках с привлечением оптико-геометрического анализа с помощью современных анализаторов изображений, в частности об их пористости. Степень пористости влияет на обоснование методов, аппаратов и режимов рудоподготовительного цикла, а также методов вторичной переработки, например, биогидрометаллургического передела.

Рисунок 4 – Информационное обеспечение переработки техногенного минерального сырья

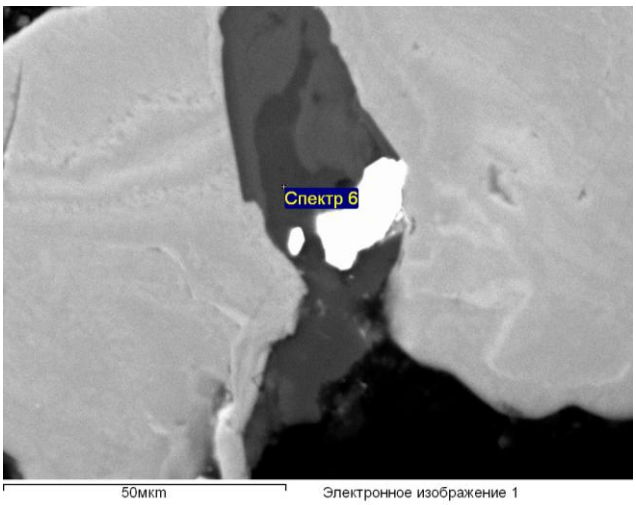


Рисунок 5– Самородное золото (яркое) в контакте с гидроксидами железа (светло- серое) и породообразующими минералами – хлоритом (темно-серое) и альбитом. Изображение в обратно-рассеянных электронах

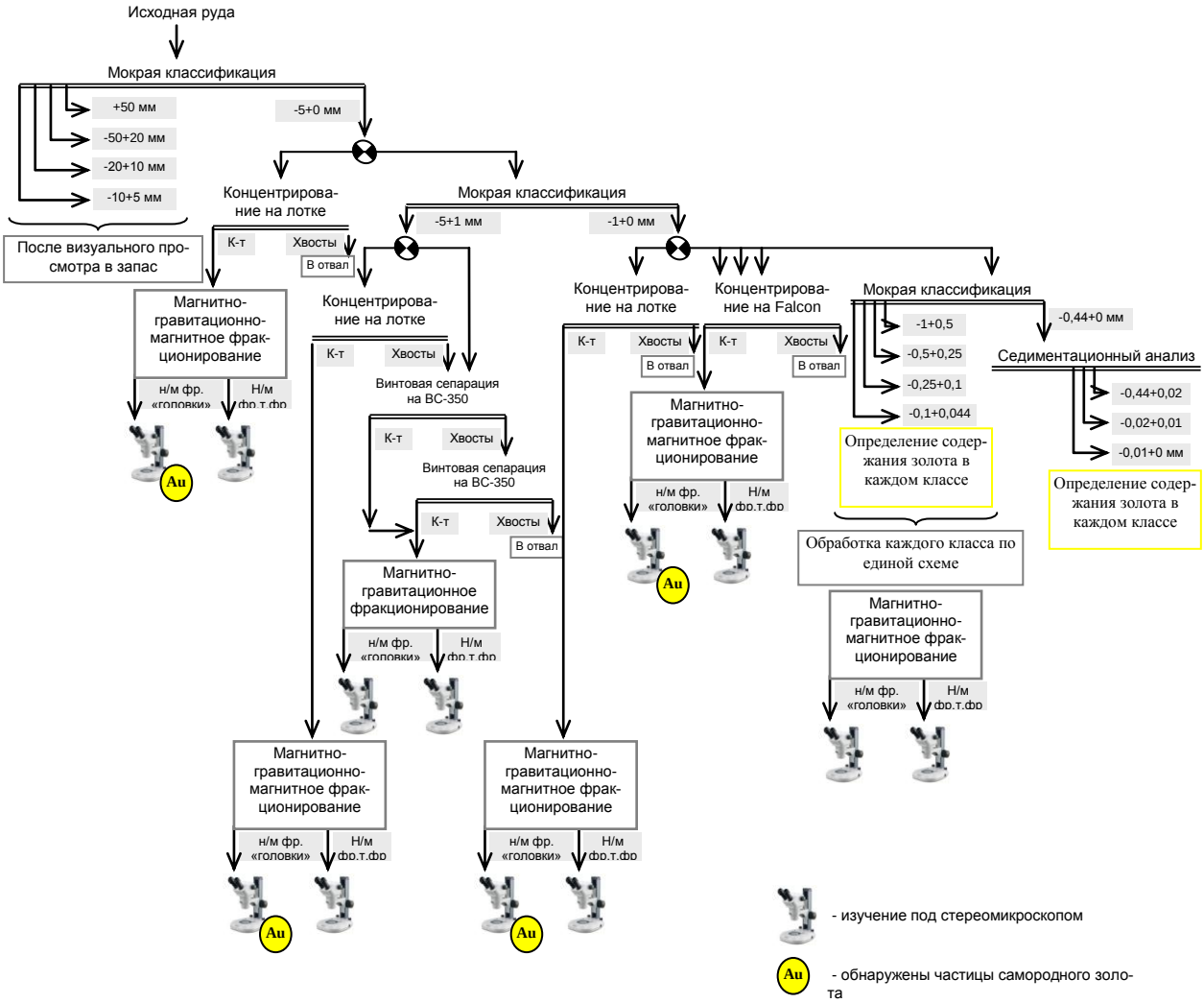


Рисунок 6 – Схема подготовки пробы к изучению и визуализация золота в техногенной россыпи

Достоверная технологическая оценка сырья позволяет разработать технологию его глубокой переработки, основанную на особенностях вещественного состава и включающую циклы: селективного раскрытия ценных компонентов; сепарационного их извлечения; биовскрытия и биовыщелачивания; вторичного металлургического передела [4, 5].

Биотехнологические методы привлекаются при упорном для других методов характере выделения ценных или вредных компонентов. Например, в пиритных огарках сернокислотного производства основная часть цинка, вредная для возможного последующего металлургического передела, находится в виде феррита цинка – соединения, трудно поддающегося воздействию известных растворителей (рисунок 7) [6]. При этом надо вывести цинк в раствор, оставив в твердом остатке железо. Такая задача под силу только селективному комплексу микроорганизмов. В авторской коллекции живых культур имеется более 200 биокомплексов для биовскрытия и биовыщелачивания различных компонентов: фосфора и редких земель из фосфогипса; цинка и меди из шлаков и кеков; мышьяка, фосфора и кремнезема из некондиционного бурожелезнякового сырья (рисунок 8). Для любого техногенного сырья можно разработать технологию его полной (глубокой) утилизации, взяв на вооружение принципы современной технологической оценки.

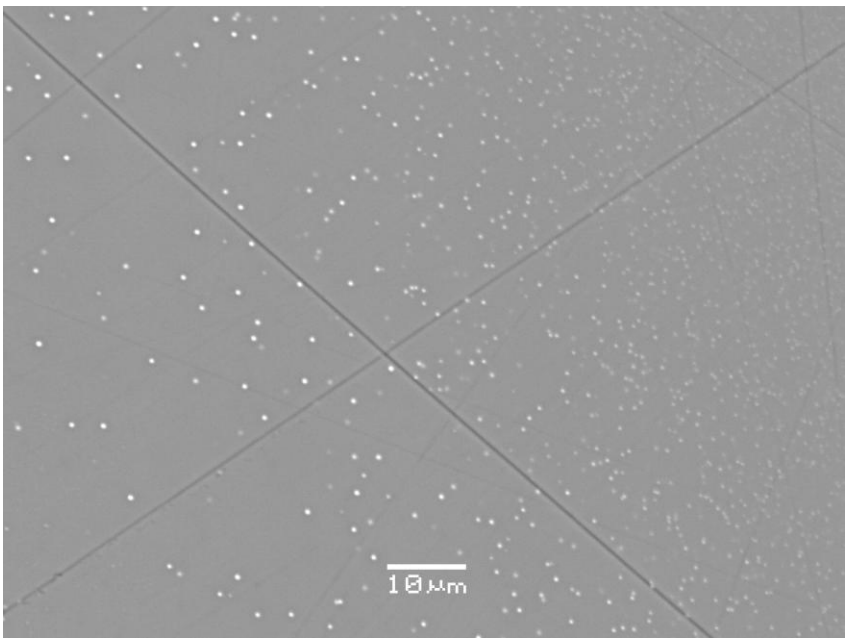
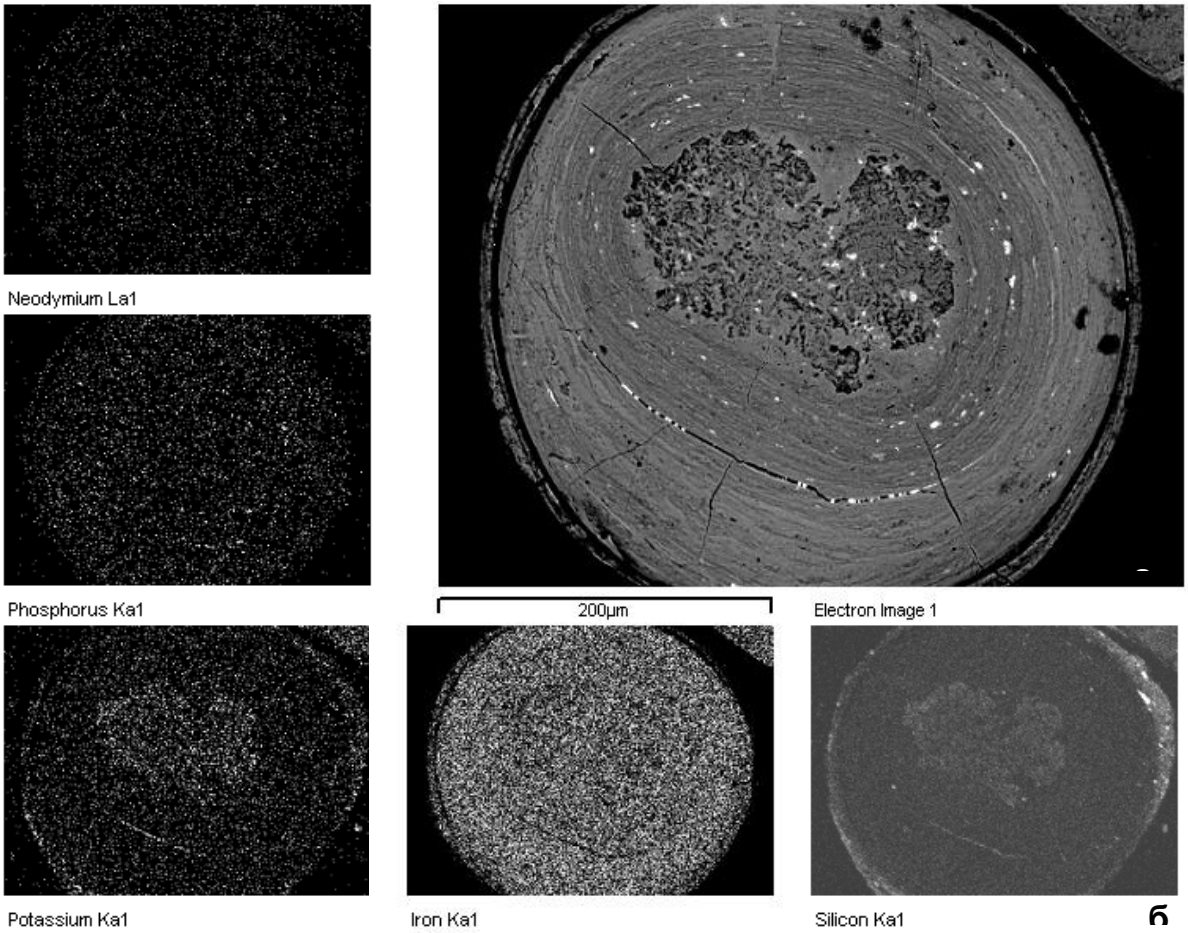


Рисунок 7 – Силикатная матрица шлака с многочисленными субмикроскопическими точечными выделениями железо-цинковых соединений (ферритов цинка)



а) в центре – глинисто- слюдистые минералы. а)- изображение в обратно-рассеянных электронах, снимки б) – изображения в характеристических излучениях соответствующих электронов.

Рисунок 8 - Оолит гидрогетитового состава с ритмично-зональным строением, чередование ритмов подчеркивается отложениями фосфатов РЗЭ (яркое на снимке

Библиографический список

1 Правовое регулирование хозяйственной деятельности по разработке техногенных месторождений / Ю.А. Подтуркин, В.А. Коткин, Р.Х. Муслимов, Р.Н. Салиева // Недропользование – XXI век. – 2009. - № 6. – С. 20

2 Технологические аспекты рационального недропользования: роль технологической оценки в развитии и управлении минерально-сырьевой базы страны / Т.В. Башлыкова, Г.А. Пахомова, Б.С. Лагов, А.Б. Живаева, М.В. Дорошенко, А.Р. Макавецкас, Т.О. Шульга; под ред. Ю.С. Карабасова. – М.: МИСиС, 2005. - 576 с.

3 Башлыкова Т.В. Роль современной технологической оценки в решении стратегических задач недропользования при изучении и освоении техногенных ресурсов // Техногенные россыпи. Проблемы. Решения: Тр. Первой Междунар. науч.-практич. конф., Симферополь-Судак, 24-29 сент. 2001. – Симферополь: Крымское отд. Украинского гос. геологоразведочного ин-та, 2002. – С. 11-16

4 Башлыкова Т.В., Пахомова Г.А., Живаева А.Б., Калиниченко Л.С. Глубокая переработка отходов металлургического производства. // Современные технологии освоения минеральных ресурсов: Материалы 5 международной научно-технической конференции. – Красноярск, 2007. – С. 163-166
5 Башлыкова Т.В., Живаева А.Б., Тельнова О.П. Новый подход к переработке техногенного сырья // Новые тенденции рационального использования вторичных ресурсов и проблемы экологии: Материалы VI ежегодной конференции. – Москва: ИМЦ МИСиС, 2008. – С. 8-9
6 Башлыкова Т.В., Живаева А.Б., Гусаков М.С., Силин И.И. Новые технологии переработки пиритных огарков // Новые тенденции рационального использования вторичных ресурсов и проблемы экологии: Материалы VI ежегодной конференции. – Москва: ИМЦ МИСиС, 2008. – С. 76-81

УДК 541.183

ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ИОНОВ КАДМИЯ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ОТХОДОМПРОИЗВОДСТВА КАПРОЛАКТАМА

Соловьева Ю.В., Соловьев Н.В.
Научный руководитель: д.т.н., профессор Краснова Т.А.

Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, г. Кемерово

В настоящее время в связи с техногенным загрязнением в поверхностных водах увеличивается содержание ионов тяжелых металлов. Большинство ионов тяжелых металлов относятся к 1-2 классу опасности, отличаются канцерогенными, мутагенными свойствами и обладают кумулятивным эффектом. Существующие методы очистки от ионов тяжелых металлов предназаначены для очистки достаточно концентрированных растворов, в то время как в поверхностных водах концентрация ионов тяжелых металлов в незначительных количествах. Кроме того, данные методы трудоемки и требуют значительных расходов реагентов, обессоленной воды, электроэнергии и часто приводят к образованию побочных продуктов.

Одним из наиболее эффективных методов очистки малоконцентрированных сточных и природных вод признана адсорбция. Активные угли благодаря своей универсальности занимают ведущее место среди адсорбентов. Для повышения адсорбционных свойств используют реагентное или температурное модифицирование. Нами был разработан способ модифицирования отхода стадии адсорбционной очистки производства капролактама, при этом полученные образцы назвали АГ-ОВ-1кл [1].

В связи с этим нами был изучен процесс адсорбции ионов кадмия из водных растворов модифицированным промышленным отходом (МПО) с

целью выяснения возможности использования МПО для эффективного извлечения ионов кадмия.

Проведено комплексное исследование адсорбции ионов свинца на образце АГ-ОВ-1кл, включающее изучение равновесия, кинетики и динамики процесса адсорбции.

Анализ полученных данных позволяет сделать заключение о том, что в сравнении с исходным активным углем модифицированные образцы показали значительный рост адсорбционной активности по отношению к ионам кадмия, так адсорбционная емкость увеличилась на 50%, а время работы колонны на 6 часов.

Для выяснения прочности связи ионов металлов с поверхностными функциональными группами МПО с предварительно адсорбированными ионами свинца помещали в растворы кислоты HCl и щелочи NaOH с молярной концентрацией 1 моль/дм^3 в течение 1 месяца. Анализ равновесных растворов показал отсутствие ионов кадмия. Это позволило сделать предположение о химическом взаимодействии ионов тяжелых металлов с поверхностными функциональными группами.

С целью уточнения механизма взаимодействия ионов тяжелых металлов с модифицированной углеродной поверхностью было проведено исследование поверхности сорбента после адсорбции ионов кадмия с использованием ИК-спектроскопического и электронномикроскопического методов.

Для образца с адсорбированными ионами кадмия наблюдается смещение полос в спектре образцов 3 линий в области 3300-3340 см$^{-1}$, которые были определены как валентные колебания группы -NH-, а также линии 3234 см$^{-1}$, обусловленная колебаниями -CO группы в коротковолновую область вызвано донорно-акцепторным взаимодействием ионов металлов с данными группами. Значительное уширение полосы в области 1650-2700 см$^{-1}$, говорит о том что образуются цианато-комплексы с лигандом OCN, которые связываются с металлом через атомы азота и атомы кислорода, что приводит к наложению полос -CN (2080см$^{-1}$), -CO (1680см$^{-1}$) и NO (2300-2550) [2].

Элетронномикроскопический метод позволил обнаружить на поверхности МПО конгломераты адсорбированного капролактама, которые в свою очередь могут проявлять ситовые свойства.

Полученные данные свидетельствуют о том, адсорбция ионов кадмия из водных растворов на углеродной поверхности МПО определяется образованием прочных химических связей с поверхностными функциональными группами и позволяет рекомендовать МПО для извлечения ионов кадмия из водных растворов.

Библиографический список

1. В.П. Юстратов, Т.А. Краснова, Ю.В. Соловьева. Утилизация твердого отхода производства капролактама. // Химия в интересах устойчивого развития №16. 2008. С.577-580.
2. Астракова Т.В., Юстратов В.П., Соловьева Ю.В. Особенности взаимодействия капролактама с поверхностью активных углей.// Журнал физической химии №6. 2006. С.1060-1066.

УДК 658.345:622

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЫЛИ НА ОРГАНИЗМ РАБОТНИКА И РАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕТОД ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ

Иванов А. В.

Научный руководитель: к.т.н., асс. Смирнов Ю. Д.

Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет) имени Г. В. Плеханов г. Санкт-Петербург

Существенным недостатком предприятий минерально-сырьевого комплекса России являются значительные нарушения и загрязнения атмосферы выбросами пыли. Источниками пылеобразования, как при ведении работ, так и после прекращения деятельности предприятия, являются различные технологические процессы, отвалы, пляжные зоны хвостохранилищ и эрозионные зоны. Их сложность определяется тем, что предприятия имеют различные горно-геологические условия и параметры, отрабатывают полезные ископаемые и вмещающие породы с различными физико-механическими свойствами и минералогическими составами, другими факторами. Кроме этого, решение проблемы усложняется еще и тем, что при ведении горных работ образуется и выделяется тонкодисперсная пыль с различными свойствами, нейтрализация которой требует дифференцированного подхода [1].

Производственная пыль является одним из широко распространенных неблагоприятных факторов, оказывающих негативное влияние на здоровье работающих. Большинство технологических процессов гонного производства сопровождается образованием мелкораздробленных частиц, которые попадают в воздух производственной зоны и длительное время находятся в нем во взвешенном состоянии. Производственная пыль, взвешенная в воздухе, является аэрозолем, медленно оседающим, с характерным размером твердых частиц от нескольких десятков до долей мкм.

Специфика качественного состава пыли определяет характер ее воздействия на организм человека. Важное значение имеют форма и консистенция частиц пыли, которые в значительной мере зависят от свойств разрабатываемой породы.

Продолговатые и мягкие пылевые частицы легко оседают на слизистой оболочке верхних дыхательных путей, являются причиной хронических трахеитов и бронхитов. Степень вредного воздействия пыли в большой степени зависит от ее растворимости в тканевых жидкостях организма. Большая растворимость токсической пыли усиливает и ускоряет ее вредное влияние.

Неблагоприятное воздействие пыли на организм может быть причиной возникновения профессиональных заболеваний у работников предприятия. Обычно различают специфические (пневмокониозы, аллергические болезни) и неспецифические (хронические заболевания органов дыхания, заболевания глаз и кожи) пылевые поражения [2].

Среди специфических профессиональных пылевых заболеваний наиболее распространенными являются пневмокониозы — болезни легких, в основе которых лежит развитие изменений, обусловленных накоплением и отложением пыли и последующее ее взаимодействие с легочной тканью.

Наиболее опасным видом пневмокониоза является силикоз – заболевание, связанное с длительным взаимодействие организма с пылью, содержащей двуокись кремния. Силикоз — это хронический процесс, который, развивается у лиц, работающих в условиях значительного загрязнения воздуха кремниевой пылью. В некоторых случаях возможно более быстрое возникновение этого заболевания, когда за короткий срок 2—4 года процесс достигает высшей стадии.

Производственная пыль также оказывает негативное воздействие на верхние дыхательные пути. В результате многолетней работы в условиях значительного запыления воздуха происходит постепенное истончение слизистой оболочки носа и задней стенки глотки. При высоких концентрациях пыли отмечается возникновение атрофии носовых раковин, сухость и атрофия слизистой оболочки верхних дыхательных путей.

Развитию этих явлений способствуют гигроскопичность пыли и высокая температура воздуха в помещениях. Появление атрофия слизистой оболочки значительно ухудшает защитные функции верхних дыхательных путей, что способствует глубокому проникновению пыли в ткани, вызывая поражение бронхов и легких.

Производственная пыль может проникать в организм через кожу, закупоривать отверстия сальных и потовых желез, вызывая воспалительный процесс. Возможно возникновение язвенного дерматита и экзем при действии на кожу пыли мышьяка, меди, извести, соды и др.

Воздействие пыли на глаза может являться причиной возникновения конъюнктивитов. Установлено, что металлическая пыль оказывает анестезирующее действие на роговую оболочку глаза и профессиональная анестезия у работников возрастает со стажем работы. Понижение чувствительности роговицы возникает в следствие попадания в глаза мелких осколков металла и других инородных тел. Иногда обнаруживаются множе-

ственные мелкие помутнения роговицы из-за травматизма пылевыми частицами.

Наиболее распространенный способ пылеподавления – пылеподавление водой. Распыленная вода может действовать как фильтрующий элемент и как экранирующий элемент системы пылеподавления. Кроме того, обеспыливание осуществляется за счет сил адгезии, возникающих между каплями воды и частицами пыли с последующих осаждением пыли на поверхностях рабочей зоны [3]. В случае, если в состав пыли входят негигроскопичные вещества, в качестве продукта для пылеподавления может быть использована смесь воды с различными добавками, связующими, поверхностно-активными веществами. Таким образом при различных технологических процессах создается возможность изолировать очаг пыления с помощью водяного заслона, проводить фильтрование запыленного воздуха с помощью диспергированной воды, закреплять пылящие поверхности за счет смачивания верхнего слоя пылящего вещества.

На большинстве предприятий минерально-сырьевого комплекса обеспыливание ограничивается использованием крупнодисперстной воды, образованной с использованием спринклеров. На рисунке 1 представлен разбрызниватель, используемый на дробильно-сортировочном комплексе ОАО «Гранит-Кузнечное», производства США.

Рисунок 1 – Разбрыгиватель-спринклер

Опыт использования спринклерных систем показывает, что пылеподавление осуществляется недостаточно эффективно из-за крупного распыления воды (Рис. 2). Конструкция спринклера обладает рядом существенных недостатков, таких как, недостаточная надежность системы из-за вы-

сокого давления на разбрызгивающем элементе, высокий расход воды, невозможность работы в зимний период времени из-за замерзания разбрызгивающего элемента, обмерзание оборудования, находящегося в зоне пылеподавления.

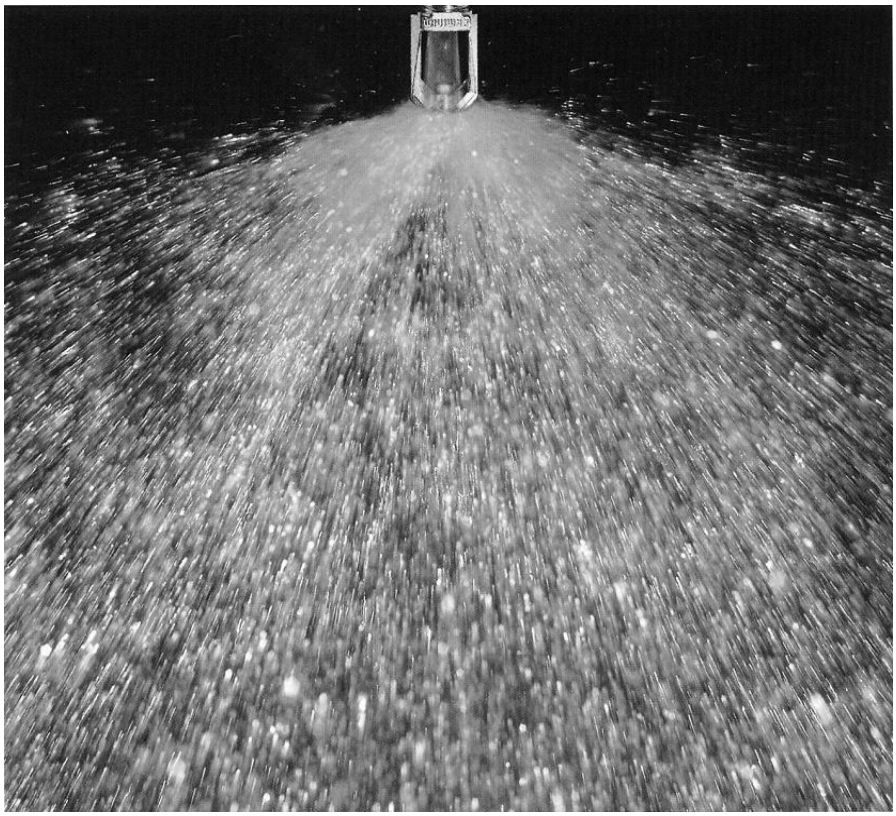


Рисунок 2 – Распыление воды с использованием спринклера

В СПГГИ (ТУ) имени Г.В. Плеханова разрабатывается уникальная система пылеподавления. Вместо спринклера основным элементом системы является пневмогидравлическая форсунка-снегогенератор, представленная на рисунке 3.

Жидкость под давлением по каналу 1 через радиальную выточку 2 и кольцевую щель 3 шириной S поступает в смесительную камеру 4, куда одновременно подается по каналу 5 охлажденный адиабатически в сопле Лаваля 6 сжатый воздух. В смесительной камере вода подвергается распылению и первичному охлаждению, а затем образовавшаяся водовоздушная смесь, проходя через диффузор 7, охлаждается вторично. Сжатая смесь, проходя через кольцевую щель, ускоряется в ней до сверхзвуковых скоростей и оказывается в конце расширения в состоянии перенасыщения, обусловленного выделением скрытой теплоты парообразования при конденсации. На штуцере подачи воздуха имеется ограничительный бурт 8, а на корпусе форсунке выполнена наружная резьба, предназначенная для закручивания регулировочной гайки с внутренним уступом и кольцевым резиновым уплотнением 9, позволяющая изменять ширину кольцевой щели для подачи воды в интервале S = 0,5 – 3 мм вращением штуцера для подачи воздуха, и

обеспечивая эффективное пылеподавление снегом при крайнем левом положении сопла Лаваля относительно выходного отверстия форсунки при температуре ниже +3 ^{0}С и пылеподавление мелкодиспергированной жидкостью при крайнем правом положении сопла Лаваля относительно штуцера для подачи жидкости при температуре выше +3 ^{0}С. Для предотвращения обледенения на выходном отверстии форсунки устанавливается греющий кабель 10.

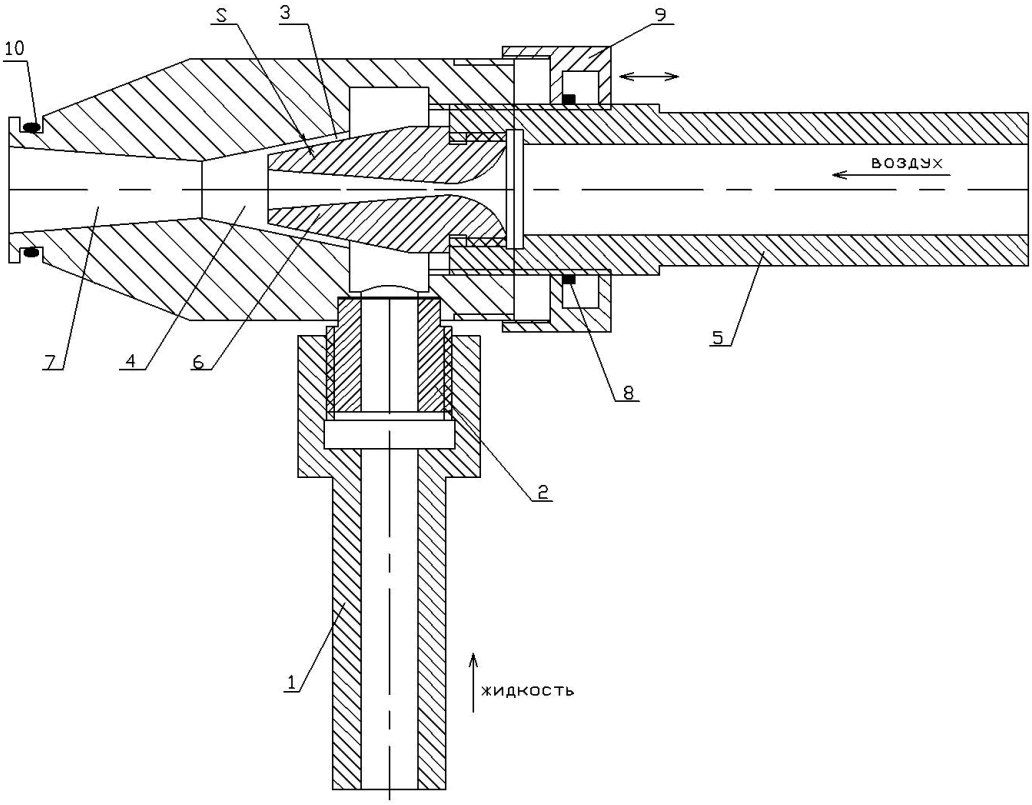


Рисунок 3 – Пневмогидравлическая форсунка СПГГИ (ТУ).

Многочисленными исследованиями, визуальными наблюдениями на различных карьерах, а также опытным путем установлено, что искусственный туман (летом), снег (зимой) является намного эффективнее для пылеподавления по сравнению с использованием крупнодисперсного разбрызгивания водой [4, 5]. Кроме того использование греющего кабелю позволит исключить замерзание форсунки при перепадах температуры.

При положительной температуре окружающей среды осуществляется мелкодисперстное распыление воды, сопровождающееся образованием тумана (Рис. 4). Туман позволяет достичь высокой эффективности пылеподавления в отношении опасных видов пыли размерностью частиц до 10 мкм, более эффективно коагулируя её, образуя ядра конденсации с последующим объединением в конгломераты и гравитационным осаждением. Кроме того, мелкодисперстное распыление является достаточно экономичным. Расход воды во время работы установки составил 9-11 мл/с.

Конструкция форсунки относительно проста в облуживании и недорога в производстве.

Статья выполнена при поддержке ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы, Правительства г. Санкт-Петербурга, Центра коллективного пользования ЦКП СПГГИ (ТУ) и американского фонда гражданских некоммерческих исследований CRDF. По итогам исследований поданы две заявки на изобретение.

Рисунок 4 – Мелкодисперстное распыление воды, сопровождающееся образованием тумана

Библиографический список

1. Азаров В.Н. О концентрации и дисперсном составе пыли в воздухе рабочих и обслуживаемых зон предприятий стройиндустрии // Междунар. конф. «Качество внутреннего воздуха и окружающей среды». - Волгоград, 2003.

2. Гендлер С.Г., Домпальм Е.И., Павлов И.А., Соловьев В.Б. Безопасность жизнедеятельности. Гигиеническая оценка условий труда: Учеб. Пособие. - СПб.: Изд.СПГГИ(ТУ). – 2009.

3. Бульбашев А.П., Шувалов Ю.В. Борьба с пылью на карьерах по добыче строительных материалов. - СПб: Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ) - 2006.

4. Шувалов Ю.В., Белозеров В.А. . Теоретические основы конденсационного увлажнения и подавления пыли. Физические процессы горного производства. – СПб.: Изд.СПГГИ(ТУ). – 1992.

5. Битколов Н.З., Иванов И.И., Лиханов К.С.. Пылеподавление на разрезах при отрицательных температурах воздуха - М.: Уголь. - 1982. № 4

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ

УДК 628.4(571.17)

КУЗБАССКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПЕРЕРАБОТЧИКОВ ОТХОДОВ – ПЕРВЫЕ ОТХОДОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ КУЗБАССА

Волынкина Е.П.

ОЮЛ «Кузбасская Ассоциация переработчиков отходов»
г. Новокузнецк

Кузбасская Ассоциация переработчиков отходов создана в июне 2009г., зарегистрирована в Минюсте 8 октября 2009г. Основной целью Ассоциации является развитие отходоперерабатывающих предприятий Кузбасса. В соответствии с целью миссия Ассоциации заключается в содействии стабильному развитию отходоперерабатывающих предприятий.

Членами Ассоциации в настоящее время являются 10 малых и средних предприятий, 9 из которых осуществляют деятельность по переработке и обезвреживанию отходов на территории г. Новокузнецка. Участники Ассоциации – отходоперерабатывающие предприятия, имеющие лицензии и производственные мощности по переработке и обезвреживанию отходов, консалтинговые и проектные организации, выполняющие проекты в сфере обращения с отходами. Работа Ассоциации заключается в том, чтобы обеспечить информационную, методическую и рекламную поддержку своим участникам, расширять рынок услуг и продукции на основе отходов, привлекать потенциальных партнеров, координировать деятельность своих участников, защитить их интересы, усилить связи внутри отрасли для более успешного ведения бизнеса.

В целом на предприятиях Ассоциации перерабатываются или обезвреживаются более 150 видов отходов.

1. ООО «Экошина» - единственный в Кузбассе переработчик изношенных шин любого типоразмера, производит разноцветные резиновые покрытия для детских и спортивных площадок, резиновую тротуарную плитку, планирует освоить производство резинобитумов.

2. ООО «Экологический региональный центр» - инновационное предприятие, резидент Кузбасского технопарка, с 2005г. осуществляет сортировку и переработку бытовых отходов, в настоящее время прини-

мает на сортировку и переработку отходы от более 300 организаций и предприятий г. Новокузнецка, производит пластмассовый гранулят из отходов пластмасс, декоративную мульчу 12 цветов из древесных отходов, 5 сортов макулатуры, обезвреживает отходы, загрязненные нефтепродуктами, уничтожает архивы, просроченную и фальсифицированную продукцию, утилизирует оргтехнику и старые автомобили(включен в государственную Программу утилизации автомобилей), производит синтетические флюсы для металлургии и цементной промышленности, планирует перерабатывать строительные отходы и нефтешламы автомоек и АЗС.

3. ООО «Витал-Сервис» - единственное в Кузбассе предприятие, обезвреживающее медицинские отходы классов А,Б,В,Г.

4. ООО «Экологические инновации» - перерабатывает одноразовые шприцы и системы переливания, производит щетки, метлы, искусственные цветы.

5. ООО «АКМО» - осуществляет сбор отработанных аккумуляторов, организовал приемные пункты для их сбора и обмена на новые во всех городах Кемеровской области, планирует организовать промышленную переработку свинцово-кислотных аккумуляторов и других свинецсодержащих отходов с получением свинца.

6. ООО «СМЦ» - перерабатывает отходы огнеупоров, производит огнеупорные изделия, порошки и сухие смеси.

7. ООО «Экомаш НК» - утилизирует отходы коксохимического производства ОАО «НКМК», планирует перерабатывать отходы обогащения железных руд Абагурскогохвостохранилища и производить строительный кирпич, пеносиликат, тротуарную плитку, колодезные люки.

8. ЗАО «Сибирская консалтинговая компания» - имеет 3-летний опыт по получению вторичного жидкого топлива из отработанных резинотехнических изделий, разрабатывает все виды экологической документации в области обращения с отходами.

9. ООО «Сиберц» - вузовское предприятие СибГИУ, создает производство вторичного топлива на основе древесных опилок и отходов обогащения угля.

10.ООО «Сибпромэкология» - разрабатывает проектную документацию, включая проекты полигонов для захоронения промышленных и бытовых отходов, рекультивации нарушенных земель, установок газо- и водоочистки.

В 2009г. на предприятиях Ассоциации было переработано более 60 тыс.т промышленных и бытовых отходов от более 400 предприятий и организаций Кемеровской области, создано более 350 рабочих мест, произведено 34 тыс.т продукции. Члены Ассоциации добровольно приняли

Кодекс деловой этики, включающий обязательства поддерживать высокие этические нормы при ведении бизнеса по переработке отходов.

Ассоциация обеспечивает своих участников необходимой для ведения бизнеса поддержкой:

- **информационно-методическая поддержка**, включая обеспечение информацией о тендерах на государственные и муниципальные заказы по всей территории России, вводимых и планируемых изменениях в природоохранном законодательстве, получаемой непосредственно из Госдумы, Минприроды и т.д., современных технологиях и перспективных услугах в области сбора, транспортировки, использования и обезвреживания отходов, существующих и планируемых способах поддержки малого бизнеса;

- **рекламная поддержка**, включая создание Веб-сайта Ассоциации www.kuzrecycling.tiu.ru, информирование общества о деятельности Ассоциации в средствах массовой информации, создание и распространение рекламных материалов (путеводитель отходоперерабатывающих предприятий Кузбасса, буклеты, листовки), совместное участие в международных и российских выставках-ярмарках и конференциях, размещение информации о деятельности Ассоциации в информационном пространстве СибГИУ;

- **представление и защита интересов в органах государственной, региональной и местной власти**, включая подготовку и направление предложений по изменению законодательства, стимулирующих развитие отходоперерабатывающей отрасли, в Администрацию Президента РФ, Государственную Думу, Совет Федераций, Совет народных депутатов Кемеровской области, Департамент природных ресурсов и экологии Кемеровской области, Администрацию г. Новокузнецка.

Ассоциация осуществляет активную **социальную деятельность**, включающую просветительскую работу по воспитанию культуры обращения с отходами как на предприятиях и в организациях, так и среди населения. В настоящее время более 300 организаций в г. Новокузнецке разделяют отходы потребления на утилизируемые и неутилизируемые компоненты, проводится эксперимент по организации раздельного сбора бытовых отходов в многоквартирных домах. Ассоциация разрабатывает, издает и распространяет буклеты, плакаты, на улицах города размещены баннеры, пропагандирующие правила цивилизованного обращения с отходами. Совместно с СибГИУ в городе создана Экологичная аллея, на территории которой демонстрируется продукция, произведенная из отходов, и осуществляются просветительские экологические акции.

Кузбасская Ассоциация переработчиков отходов выступила с рядом инициатив, направленных на создание системы цивилизованного обращения с отходами в Кемеровской области:

1. Внедрение системы раздельного сбора бытовых отходов на предприятиях и в организациях, включая жилые дома, на две части – утилизируемые (вторсырье), направляемые на переработку, и неутилизируемые, размещаемые на полигонах.

2. Создание целевого фонда для организации сбора от населения и утилизации особо опасных отходов (ртутьсодержащие лампы и градусники, батарейки, моторное масло и др.).

3. Сбор на переработку утилизируемых компонентов бытовых отходов в муниципальных учреждениях в обмен на офисную бумагу и другие канцтовары.

4. Создание приемных пунктов для сбора от населения вторсырья и особо опасных отходов, включая просветительский Центр рециклинга.

5. Организация переработки строительных отходов.

6. Внедрение системы сбора и утилизации медицинских отходов, соответствующей экологическим и санитарным нормам.

7. Облагораживание территории городов и районов с использованием производимой на предприятиях Ассоциации продукции: яркой декоративной мульчи, разноцветных резиновых покрытий и тротуарной плитки, подсыпки дорог и пешеходных дорожек на основе дробленых огнеупорных и строительных отходов (щебень, песок).

8. Использование дробленых инертных отходов (строительные, огнеупорные) для засыпки свалок.

9. Борьба с несанкционированными свалками и отвалами отходов на территории области.

10. Организация обезвреживания нефтешламов от автомоек и АЗС.

11. Организация сбора и переработки отработанных шин от шиномонтажных мастерских.

12. Организация переработки складируемых на территории города токсичных промышленных отходов с получением новых видов продукции.

13. Создание городского реестра перерабатываемых отходов (вторсырья) и запрещение их захоронения.

14. Разработка и выпуск плакатов, пропагандирующих современные правила обращения с отходами.

Кузбасская Ассоциация переработчиков отходов является членом Кузбасской торгово-промышленной палаты, активно участвует в заседаниях и деловых встречах по проблеме оптимизации управления отходами в городах и на предприятиях Кемеровской области.

Экологически направленная производственная и социальная деятельность первых отходоперерабатывающих предприятий Кузбасса, входящих в Кузбасскую Ассоциацию переработчиков отходов, демонстри-

рует необходимость и перспективность для региона такого направления диверсификации экономики как отходоперерабатывающая отрасль.

УДК 628.4+628.5

ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СИБГИУ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ И ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Мочалов С.П., Волынкина Е.П.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Сибирский государственный индустриальный университет занимает ведущие позиции в регионе в плане решения научных и образовательных задач для создания отходоперерабатывающей отрасли в Кузбассе. В 2003 г. в университете впервые в России организована подготовка инженеров по специальности «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов», специализация «Переработка комплексного и техногенного сырья». В настоящее время подготовлены и получили дипломы 39 инженеров в области переработки отходов. В 2010 г. открыта специализированная кафедра техногенных и вторичных ресурсов, организована дополнительная профессиональная подготовка и переподготовка специалистов, а также высвобождающихся работников промышленных предприятий в области экологии и обращения с отходами. Университет организует и проводит 1 раз в 2 года международную научно-практическую конференцию «Управление отходами - основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе», в рамках которой представляются новейшие научно-технические разработки, проводятся тренинговые семинары для отходопереработчиков, «круглые столы» для обсуждения проблем и перспектив развития отходоперерабатывающих предприятий с участием представителей региональных и местных органов власти, крупных промышленных предприятий, малого и среднего бизнеса, контролирующих природоохранных организаций. В рамках конференции в 2010г. проведен тренинговый семинар «Экологически безопасное захоронение бытовых отходов и утилизация биогаза», организованный совместно с Агентством по защите окружающей среды США и компанией SCS Engineers (США).

Учеными университета выполнены исследования ряда объектов размещения отходов на территории Кемеровской области (хвостохранилища Мундыбашской и Абагурской обогатительных фабрик, шламонакопитель ЗСМК и др.). Разработан целый ряд технологий, обеспечивающих переработку и обезвреживание широкого спектра отходов – от мно-

готоннажных промышленных до особо токсичных. Многие технологии внедрены или находятся в настоящее время на стадии разработки и внедрения.

Из большого числа полученных в СибГИУ результатов по переработке отходов и техногенных месторождений, интересных и с теоретической, и практической точек зрения, можно выделить следующие.

Разработка технологий комплексной переработки железорудных отходов обогатительных фабрик, зол тепловых электростанций и котельных.

В результате научных исследований разработаны принципы и новые технологии разделения лежалых железорудных «хвостов» из отвалов рудо-обогатительных фабрик методом сухого обогащения. Из отходов в измельчи-тельно-сушильном агрегате выделяются три вида промпродуктов: тяжелый металлосодержащий концентрат, силикатная песчаная фракция и шламистая часть. Дальнейшая переработка тяжелой части «хвостов» позволяет получать магнетитовый, гранатовый, сульфидный и золото- серебросодержащий концентраты. Для получения металлов предлагаются высокотемпературные технологии на базе агрегата СЭР и нанотехнологии селективного извлечения металлов. Дисперсная силикатная фракция может быть использована в производстве мелкозернистого заполнителя для бетонов, песка и наполнителя для асфальтобетонных смесей. На основе шламистой части железорудных отходов разработаны составы и технологии керамического матричного композита с ячеисто-заполненной структурой. Результаты научных исследований апробированы в промышленных условиях. Выпущены опытно-промышленные партии керамического кирпича.

Создание новых видов синтетического сырья и топлива на основе отходов и разработка технологий их переработки в черной металлургии.

В СибГИУ были проведены исследования ряда отходов - высокоуглеродистых и фторуглеродистых отходов электролитического производства алюминия, органических компонентов отходов потребления – отработанных автомобильных покрышек, отходов полимеров, бумаги, текстиля и начата разработка технологий производства на их основе новых видов синтетического сырья и топлива: синтетических флюсов для черной металлургии синтетического кокса на основе высокоуглеродистых отходов, синтетического топлива на основе органических компонентов отходов потребления. В частности, выполнены исследования отработанной углеродистой футеровки электролизеров, огарков самообжигающихся и обожженных анодов, отработанных автомобильных покрышек, отходов полиэтилена и полипропилена, позволившие оценить степень их технологической и теплотехнической ценности. Подготовлены

опытные партии отходов и проведены их предварительные промышленные испытания: высокоуглеродистых и фторуглеродистых отходов – в доменном производстве чугуна, конвертерном и электросталеплавильном производствах стали, отработанных автопокрышек - в конвертерном производстве стали и на угольных котельных установках, отходов полиэтилена и бумаги - в конвертерном производстве стали. Результаты проведенных исследований показали высокую ресурсную, материальную и энергетическую ценность указанных отходов и технологическую возможность замены ими традиционного сырья (плавиковый шпат, известь) и топлива (кокс, уголь). Кроме этого, специфические особенности металлургических процессов, таких как доменный или конвертерный, а также оснащение металлургических агрегатов полным набором оборудования для улавливания и очистки выделяющихся газов и замкнутой системой водоснабжения обеспечивают возможность глубокого обезвреживания отходов и практически полного их уничтожения, включая содержащиеся в их составе токсичные компоненты.

Отработанные автомобильные покрышки и горючие компоненты твердых бытовых отходов (ТБО) (полиэтилен, полипропилен, полистирол, бумага, картон) использовались на ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» в качестве дополнительного энергоносителя в технологии выплавки стали с пониженной долей жидкого чугуна. Специально проведенные исследования пылегазовых выбросов из конвертеров показали, что ввод отработанных автопокрышек в конвертер в ограниченном количестве (до 3 кг/т стали) не влияет на качество выплавляемой стали, а также на содержание в выбрасываемых в атмосферу газах пыли, оксидов серы и углерода. Высокая температура и избыток кислорода в конвертерной ванне способствовали полному сгоранию автопокрышек и продуктов их термического разложения, что исключило возможность загрязнения атмосферы продуктами неполного сгорания топлива (сажа, оксид углерода, углеводороды). Технология переработки отработанных автопокрышек в кислородных конвертерах признана лауреатом конкурса «Национальная экологическая премия» в номинации «Экология города» за вклад в укрепление экологической безопасности и устойчивое развитие России. В конвертерах ОАО «ЗСМК» уже переработано около 40 тыс. штук покрышек.

Разработка и тиражирование технологии извлечения и использования метаносодержащего биогаза с территорий свалок бытовых отходов.

Негативные воздействия биогаза свалок бытовых отходов на окружающую среду убедительно свидетельствуют о необходимости борьбы с его эмиссиями.

В СибГИУ проведены исследования влияния свалок ТБО, расположенных на территории г. Новокузнецка и Новокузнецкого района, на загрязнение окружающей среды (почва, поверхностные и подземные воды, атмосферный воздух, растительность), в результате которых, в частности, выявлено значительное выделение метана, вызывающего возгорание свалок, и продуктов неполного сгорания отходов. На основе полученных результатов выполнены расчеты метанового потенциала городских свалок ТБО в г. Новокузнецке, создана технология и проработана техническая возможность его извлечения и использования в качестве альтернативного газообразного топлива на котельных установках, традиционно работающих на природном газе; выполнены технико-экономические расчеты, показавшие рентабельность разработанной технологии.

Разработка технологий и создание производства бесцементного вяжущего и мелкозернистого бетона из вторичных ресурсов.

Разработаны технология и проект для ООО «Сталь-НК» по переработке и использованию отвальных мартеновских шлаков, которых на предприятии скопилось за 70 лет свыше 30 млн. тонн. Суть технологии в 100 % извлечении чистого железа из отвальных шлаков и производстве щебня и песка для бетонов, остро необходимых в строительстве. На предприятии по проекту университета построены две установки для переработки шлаков производительностью 1 млн. т / год. Прибыль от внедрения разработки за период с 2003 по 2009 г.г. составила свыше трех миллиардов руб.

Разработка составов и технологии новых малоцементных и бесцементных вяжущих, мелкозернистых бетонов, закладочных смесей исключительно из вторичных ресурсов.

Создана и реализована концепция получения нового бесцементного (бесклинкерного) вяжущего, исключительно из вторичных минеральных ресурсов на основе высококальциевых зол теплоэлектростанций, кремнеземистых отходов (в частности отработанного формовочного песка литейного производства) и высокоглиноземистого продукта, исключая процесс обжига, с применением механохимической переработки смеси на планетарных мельницах нового поколения.

Разработаны составы и технологии нового мелкозернистого бетона на основе созданного бесцементного вяжущего как для несущих, так и для ограждающих конструкций, с показателями, не уступающими цементным бетонам, в т.ч. легкий ячеистый бетон. Разработаны программа оптимального режима обработки смеси в планетарных мельницах-активаторах для получения бесклинкерного вяжущего с заданными показателями, состав и технологические параметры нового вяжущего и бетона, технология их производства. Результаты исследований вызвали

интерес в нашей стране и за рубежом: в США, Англии, Германии, Норвегии, Швеции, Италии, Китае, Швейцарии, Канаде, Австралии, ЮАР и многих других.

Разработка основ получения и технологии новых огнестойких строительных материалов из вторичных ресурсов.

В результате фундаментальных исследований установлена теоретически и доказана экспериментально возможность получения путем механохимического синтеза новых керамических и других строительных материалов из вторичных минеральных ресурсов, в том числе: муллита; кордиерита; муллит-карбида кремния; муллит-кордиерита; алюмомагниевой шпинели; огнезащитных композиций на основе жидкого стекла; огнестойких заполнителей для огнеупорных бетонов.

В результате исследований вновь открытых месторождений в Кузбассе огнеупорных глин, талька и использования суперкислых зол теплоэлектростанций, синтезированы механохимическим методом муллит, кордиерит и муллито-кордиеритовый композит с высокими прочностными показателями. Синтезированный новый муллито-кордиеритовый композит из золы Омской ТЭЦ с добавлением оксидов кремния, магния и алюминия отвечает требованиям нормативных документов.

УДК 658.567.1:669.1

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИИ И ДРУГИХ СОПРЯЖЕННЫХ ОТРАСЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ – ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ КУЗБАССА

Столбоушкин А.Ю., Павленко С.И.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

В результате многолетней работы предприятий горнодобывающей, энергетической, металлургической и других отраслей промышленности Кузбасс по праву является наиболее загрязненной техногенной «свалкой» России. Здесь сосредоточена половина всех твердых неорганических отходов нашей страны. Интенсивное промышленное освоение региона по сей день сопровождается бесконтрольным отношением к собственным природным ресурсам. В результате промышленность несет значительные потери сырьевых и энергетических ресурсов, содержащихся в отходах, продолжается интенсивное накопление неиспользуе-

мых отходов в окружающей среде – каждый год примерно 2 – 2,5 млрд. тонн в год [1].

В перспективе решение проблемы возможно только за счет внедрения безотходных технологий обогащения и комплексной переработки накопленных отходов с использованием их минеральной части в производстве строительных материалов.

Промышленность строительных материалов является наиболее емкой отраслью из всех потенциальных потребителей промышленных отходов, поскольку их большая часть (неорганические отходы) состоит преимущественно из силикатов и алюмосиликатов кальция и магния. Вскрышные породы, горнорудные отходы, отходы добычи различных полезных ископаемых являются неисчерпаемым источником сырья для производства строительных материалов и изделий. Установлено, что использование промышленных отходов позволяет покрыть до 40 % потребности строительства в сырьевых ресурсах, до 30 % снизить затраты на изготовление строительных материалов по сравнению с производством их из природного сырья [2].

В Сибирском государственном индустриальном университете проводятся комплексные исследования по переработке отходов металлургии и других сопряженных отраслей в производстве строительных материалов. Университетом совместно с ООО «Сталь НК» разработан и внедрен проект «Мартеновские шлаки и их использование в металлургии и других отраслях народного хозяйства» [3]. Научно, экспериментально и на практике доказана возможность полного отделения железа (в виде скрапа и штейнов), содержание которого в отвальных шлаках колеблется от 13 до 20 %, а его запасы составляют более 30 млн. тонн.

В 2003 году введена в эксплуатацию первая установка производительностью по переработке шлака 1 млн. т/год и вторая – в 2005 г. Это позволило вернуть в металлургический цикл 20 % шлака магнитной фракции и заменить им свыше 50 % остродефицитного металлолома и дорогого рудного сырья [4].

Экономическая эффективность внедрения проекта за 6 лет (с 2003 по 2009 годы) составила более трех миллиардов рублей (рис. 1).

Получены сертификаты и заключения органов «Кузбасстройсертификация», Госсанэпиднадзора и СО РАН на применение переработанных и обезжелезенных шлаков в строительстве дорог (в том числе трех видов асфальтобетона).

Для реализации 80 % немагнитных фракций отвального шлака проведены детальные исследования и установлено несколько направлений их использования, в там числе:

1) установлена возможность значительного снижения содержания оксидов железа (с 17-22 до 3-4 %) гравитационно-магнитным и пирометаллургическими методами;

Рисунок 1 – Технология и комплекс по переработке сталеплавильных шлаков

2) установлена возможность значительного снижения содержания оксидов железа (с 17-22 до 3-4 %) гравитационно-магнитным и пирометаллургическими методами;

3) установлена и обоснована возможность использования переработанных шлаков фракции 0,14-5,00 мм в качестве заполнителя для мелкозернистых бетонов взамен природных заполнителей (щебня и песка). Разработана технологическая схема и утвержден технологический регламент на производство заполнителей, согласованный с органом стандартизации и сертификации строительной продукции;

4) экспериментально получена закладочная смесь (несколько составов) для заполнения выработанных продуктов шахт и рудников с прочностью при сжатии от 4 до 17 МПа. Разработаны технологическая схема и технологический регламент на производство сухих закладочных смесей;

5) минералографические исследования шлаков и литейного песка в ОИГГиМ и ИХТТиМ СО РАН показали наличие в них двухкальциевого силиката, который обладает вяжущими свойствами и является составной частью клинкера портландцемента. Этот факт определяет возможность и необходимость разработки технологии выпуска бесцементного (бесклинкерного вяжущего). Па содержанию радионуклидов и тяжелых металлов шлаки могут использоваться в производстве строительных материалов без ограничений.

Выполненная работа награждена дипломами и серебряными медалями Кузбасской Ярмарки (6 октября 2006 г. и 1 февраля 2007 г.), благодарственным письмом и премией (1 февраля 2007 г.) Губернатора Кемеровской области, явилась основой международной премии (2004 г.) и государственной награды (2007 г.).

Проведены фундаментальные и прикладные исследования и разработана принципиально новая ресурсо- и энергосберегающая технология переработки железорудных отходов (хвостов) Абагурской и Мундыбашской обогатительных фабрик (рисунок 2).

Разделение лежалых хвостов из отвалов рудообогатительных фабрик основано на методе сухого обогащения. На первой стадии путем гравитационной классификации отходов в потоке теплоносителя выделяются три вида промпродуктов: тяжелый металлосодержащий концентрат, силикатная песчаная фракция и шламистая часть. Дальнейшая переработка тяжелой части хвостов позволит получать магнетитовый, гранатовый, сульфидный и золото-серебросодержащий концентраты. Для получения металлов предлагаются высокотемпературные технологии на базе струйно-эмульсионного энерго-металлургического агрегата типа СЭР и нанотехнологии селективного извлечения металлов [5]. Дисперсная силикатная фракция может быть использована в производстве мелкозернистого заполнителя для бетонов, песка и наполнителя для асфальтобетонных смесей. На основе шламистой части железорудных отходов разработаны составы и технологии керамического матричного композита с ячеисто-заполненной структурой [6].

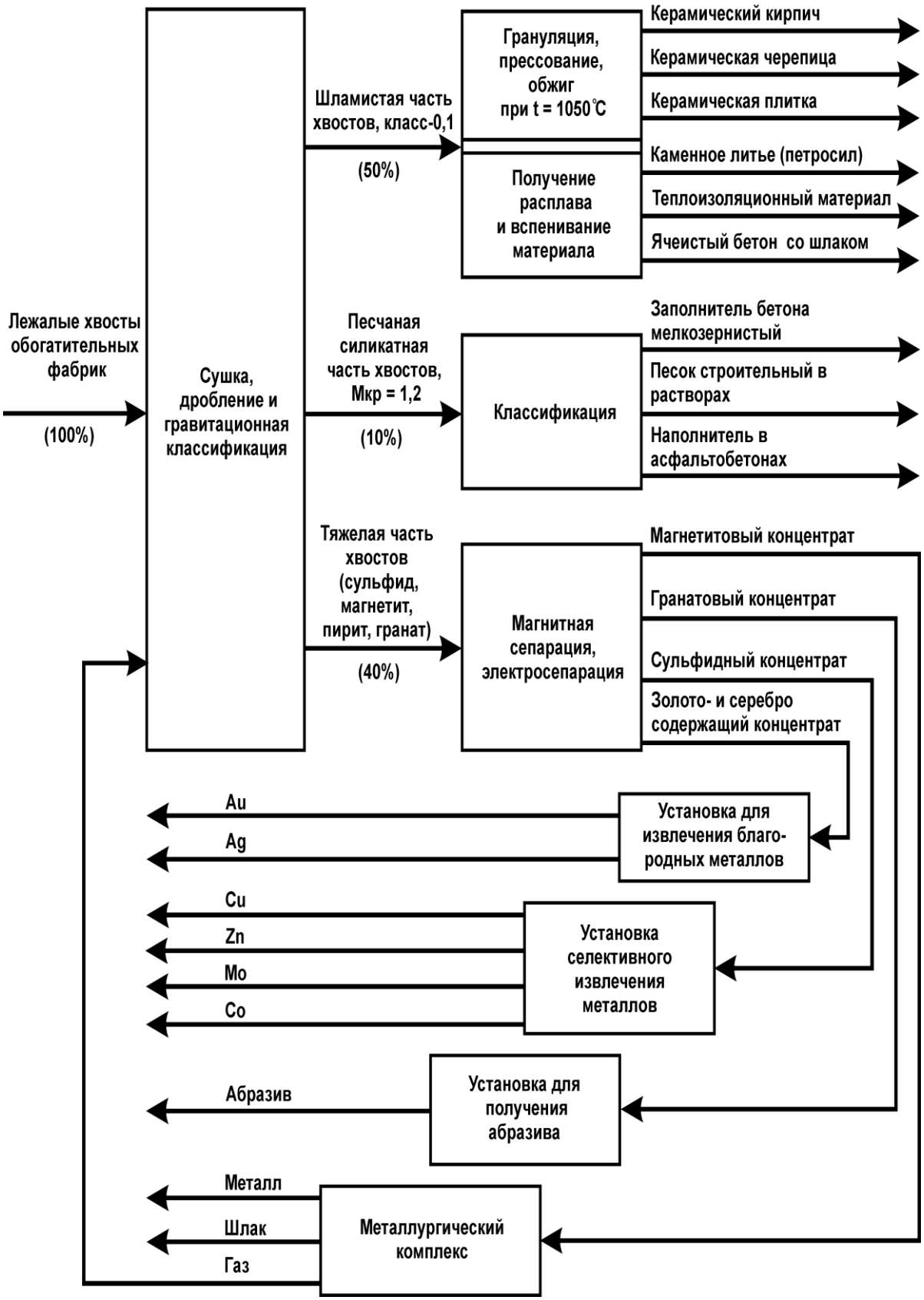


Рисунок 2 – Схема комплексной переработки железорудных отходов обогатительных фабрик

Разработана и предложена к проектированию схема комплексной переработки отходов углеобогатительной фабрик, входящих в металлургический комплекс Кузбасса (рисунок 3).

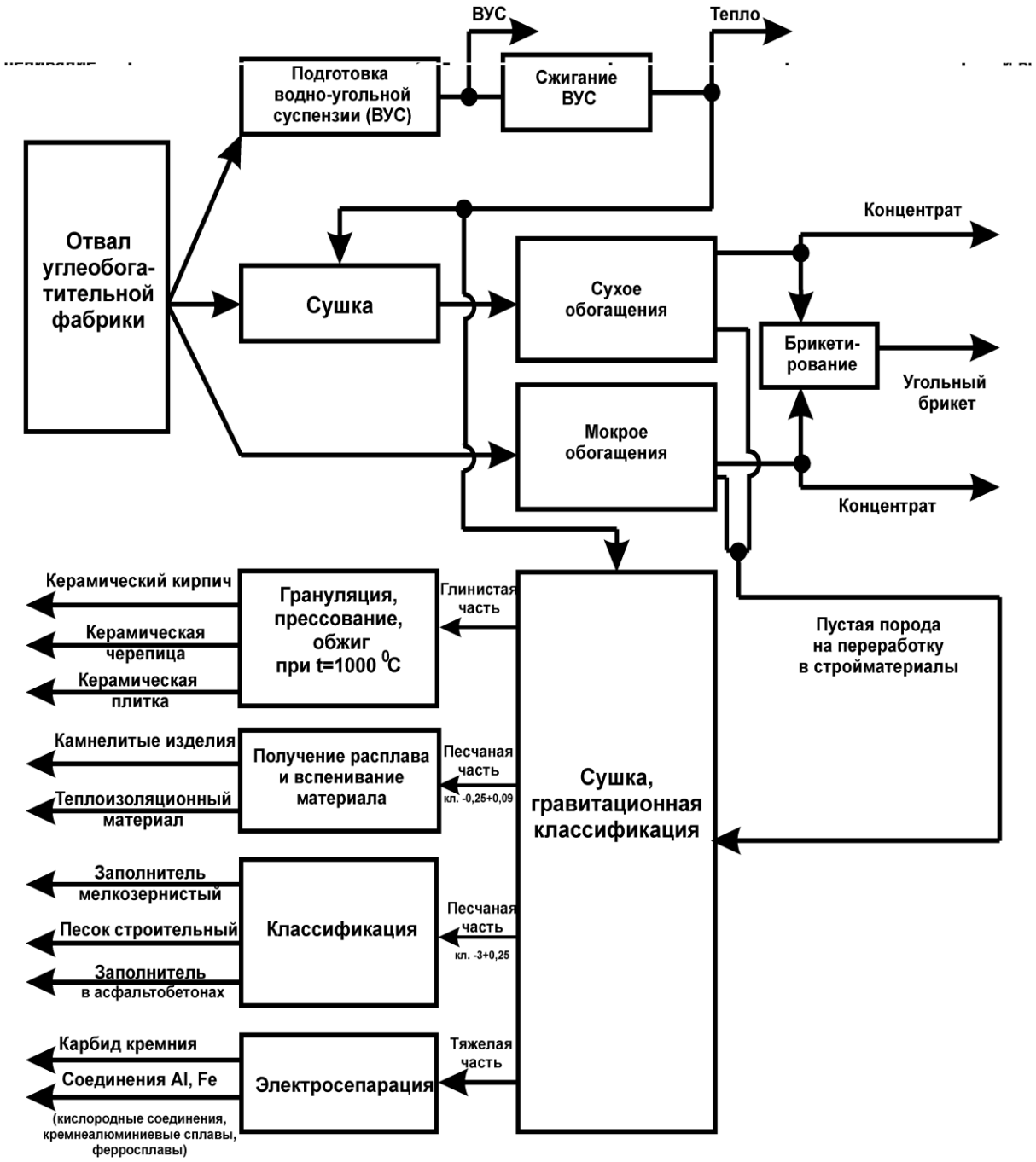


Рисунок 3 – Схема комплексной переработки железорудных отходов обогатительных фабрик

Созданы новое композиционное вяжущее и мелкозернистый бетон на его основе исключительно из вторичных минеральных ресурсов [7].

Но вопросы их внедрения решаются очень медленно. На наш взгляд, в этом вопросе основной причиной является отсутствие в стране (по сравнению с цивилизованными странами) необходимой законодательной базы.

Все удовлетворены незначительными штрафами за постоянное нарушение экологии и не установлена законодательная ответственность инвесторов (заказчиков), проектировщиков, строителей и эксплуатационников по обязательной переработке отходов производства с выпуском продукции из них, отвечающей требованиям стандартов. Так, в США, Канаде, Евросоюзе и др. законодательно закреплено применение зол и шлаков ТЭС в производстве цемента, бетонов, керамики и других отраслях. И попробуй не примени этот закон, будешь нести ответственность за нарушение экологического равновесия.

По результатам многолетних исследований разработана схема комплексной переработки текущих золошлаковых отходов ТЭС (рисунок 4).

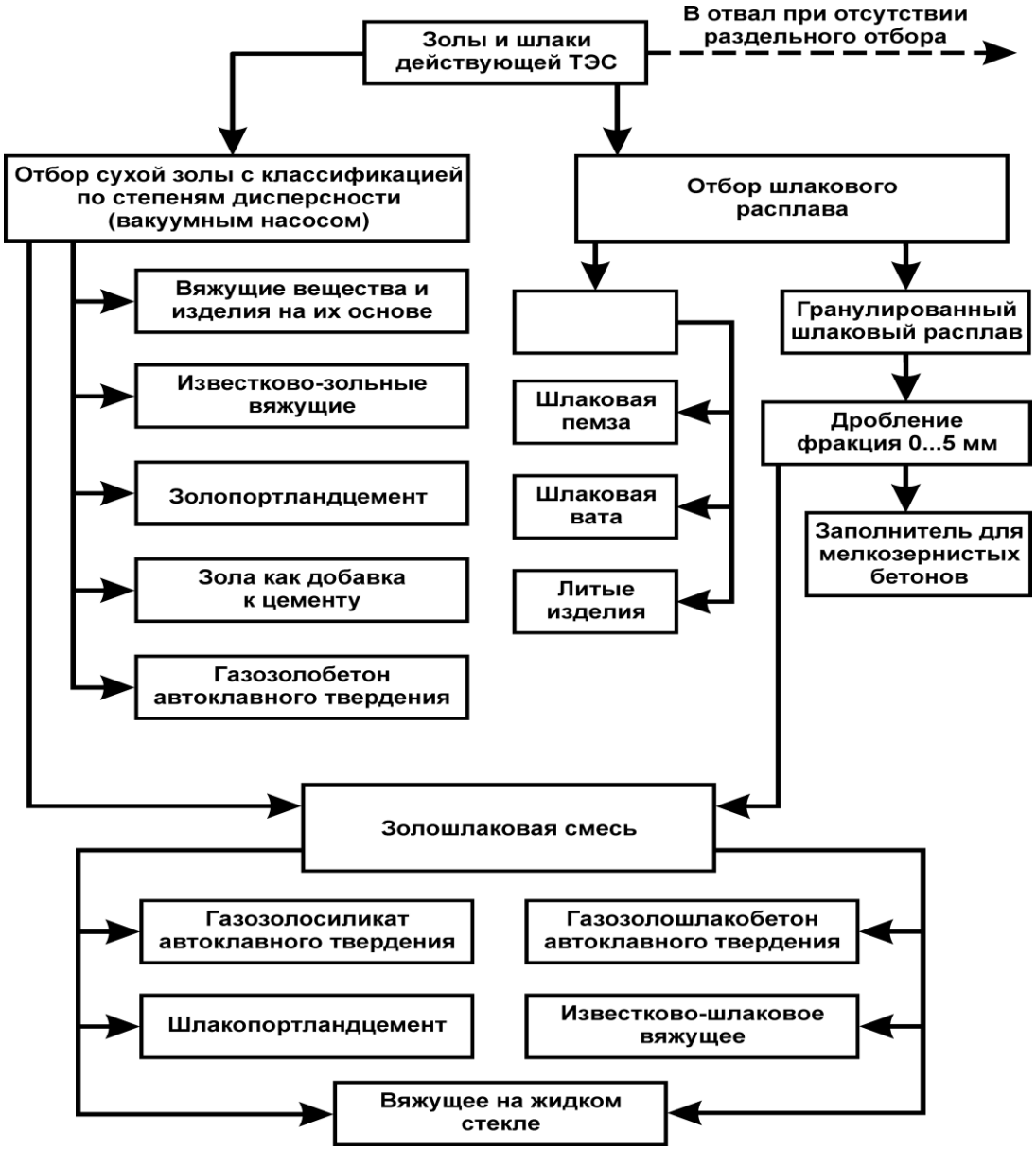


Рисунок 4 – Схема комплексной переработки текущих золошлаковых отходов ТЭС

Одной из важнейших задач в современном строительстве и промышленности является повышение огнестойкости зданий и сооружений. И творческий коллектив университета, с участием студентов аспирантов и докторантов, усиленно занимается решением этой проблемы, начиная с 2000 года, как по тематическому плану (заданию) Минобрнауки РФ на проведение фундаментальных исследований [8], так и по завоеванным грантам Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых, а также по хоздоговорам с металлургическими предприятиями г. Новокузнецка (ОАО «ЗСМК» и «НКМК»). Начиная с разработки концепции, далее теоретических основ, с получением новых огнестойких строительных материалов на основе муллито-карбид кремния с суперпоказателями (прочность при сжатии более 300 МПа, при изгибе – 43 МПа, огнестойкость – выше 2000°С [9].

В перспективе планируется разработка составов и технологий производства керамических матричных композитов и жаростойких бетонов с использованием минеральных техногенных отходов Кемеровской области. Разрабатываемые технологии позволят выпускать из местных природных суглинков и отходов обогащения железных руд облицовочный и декоративный керамический кирпич различных оттенков, а также жаростойкие бетоны на основе бесцементных вяжущих и заполнителей для мелкозернистых бетонов, обладающих повышенной жаростойкостью до 1700 ^{o}С и прочностью (80-100 МПа). Внедрение разработок будет способствовать восстановлению экологического равновесия в Кузбассе.

Библиографический список

3. Павлов В.Ф. Способ вовлечения в производство строительных материалов промышленных отходов // Строительные Материалы. – 2003. – № 8 / Technology. – С. 28-29.
4. Стороженко Г.И., Столбоушкин А.Ю. Формирование ячеистозаполненной структуры керамических композиционных материалов на основе промышленных отходов // Строительные Материалы. – 2010. – № 4. – С. 67-69.
5. Цымбал В.П., Мочалов С.П., Павленко С.И. и др. Комплекс экологически безопасных синергетических технологий переработки отходов металлургии. Материалы 6-й международной конференции «Сотрудничество» 29.30.2000г. // М. Издательство Национально-культурной автономии российских корейцев. 2000. – С.161-176.
6. Анашкин Н.С., Павленко С.И. Мартеновские шлаки и их использование в металлургии и других отраслях народного хозяйства. Монография. // Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2006. – 236 с.
7. Цымбал В.П., Мочалов С.П. В разделенных потоках. О новых способе и агрегате переработки природно-легированных руд и получения металлов // Металлы Евразии. – 2006. – № 6. – С. 78-80.

8. Столбоушкин А.Ю. Особенности формирования структуры керамического матричного композита из гранулированных шихт // Известия Вузов. Строительство. – 2008. – № 11-12. – С. 25-32.
9. Павленко С.И., Аксёнов А.В. Новое композиционное вяжущее и мелкозернистый бетон на его основе из вторичных минеральных ресурсов. Монография // М.: Издательство АСВ, 2005. – 139 с.
10. Луханин М.В., Павленко С.И., Аввакумов Е.Г., Мышляев Л.П. Концепция создания композиционных огнестойких бетонов и масс из вторичных минеральных ресурсов с использованием механохимии. Монография. Научное издание // М. Издательство АСВ 2004. – 192 с.
11. Луханин М.В., Павленко С.И., Аввакумов Е.Г. Новые огнестойкие строительные материалы из вторичных минеральных ресурсов с использованием механохимии. Монография // М.: Издательство АСВ, 2008. – 336 с.

УДК 621.746.047

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СОСТАВОВ ШЛАКО ОБРАЗУЮЩИХ СМЕСЕЙ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ СТАЛИ

Протопопов Е.В., Фейлер С.В., Ганзер Л.А.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Многообразие технологий передела черных металлов способствовало исследованию и разработке оптимальных режимов рафинирования расплава в агрегатах выплавки, внепечной обработки, разливки и непрерывной разливки стали. Каждую из этих систем отличает друг от друга изменение температуры и вязкости жидкого металла во времени, развитие турбулентности, естественной и вынужденной конвекции, эффективность удаления неметаллических включений и т.д. В этом ряду промежуточный ковш машины непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) занимает особое место.

В настоящее время промежуточный ковш рассматривается как универсальный металлургический агрегат непрерывного действия, предназначенный для дополнительного рафинирования стали. Управление процессами массо- и теплопереноса в промежуточном ковше позволяет обеспечить стабильность технологического процесса и повысить качество металла, которое определяется, прежде всего, содержанием вредных примесей, составом, количеством и характером расположения неметаллических включений. Повышение чистоты металла по неметаллическим включениям является одним из

важнейших направлений в получении высококачественной непрерывнолитой заготовки.

Удаление неметаллических включений в промежуточном ковше возможно за счет их всплывания к поверхности раздела металл-шлак и дальнейшей ассимиляции шлаковым расплавом. Процесс удаления включений из жидкой стали состоит из нескольких стадий: укрупнение при вынужденном и конвективном перемешивании металла в промежуточном ковше, всплывание из внутренних объемов и поглощение включений шлаком, находящимся на поверхности металла.

Эффективность рафинирования металла от неметаллических включений определяется интенсивностью искусственного или естественного перемешивания расплава и оптимальным составом шлакообразующей смеси.

Выполненные ранее исследования [1-3] гидродинамических процессов в 60-т промежуточном ковше двухручьевой слябовой МНЛЗ кислородно-конвертерного цеха № 2 (ККЦ-2) ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» позволили создать условия для перемещения неметаллических включений к шлаковому расплаву путем создания направленных потоков металла. В свою очередь, шлаковый расплав должен обладать комплексом физико-химических свойств, обеспечивающих ассимиляцию всплывающих включений. Кроме того, шлакообразующие смеси (ШОС), применяемые в промежуточном ковше МНЛЗ должны защищать поверхность металла от вторичного окисления и тепловых потерь.

В настоящее время в промежуточном ковше слябовой МНЛЗ ККЦ-2 применяются двухслойные шлакообразующие смеси фирмы «Stollberg», состоящие из двух разных по назначению смесей: первый, нижний слой – активная легкоплавкая смесь, выполняющая функции ассимиляции неметаллических включений, а вторая, подаваемая сверху на нижний слой – теплоизолирующая тугоплавкая смесь.

Главным недостатком используемых смесей является их высокая стоимость. В то же время для промежуточного ковша сортовой МНЛЗ ККЦ-2 шлакообразующие смеси производятся на специальном участке, расположенном в цехе. При этом в качестве исходных компонентов используются в основном отходы местных промышленных предприятий, не требующие предварительной подготовки, такие как тонкодисперсные пыли газоочисток производства алюминия и ферросилиция, аспирации производства извести, шлак производства феррохрома.

Марочный сортамент сталей, разливаемых на слябовой МНЛЗ, значительно отличается от сортамента сортовой МНЛЗ и состоит в основном из низкоуглеродистых низкокремнистых сталей, раскисленных алюминием. Неметаллические включения, образующиеся при раскислении алюминием, представляют собой тугоплавкие соединения α-Al_2O_3 или Al_2O_3 с другими окислами, при ассимиляции таких включений шлаковым покровом ухудшаются свойства шлакового расплава. В связи с этим расплав ШОС должен обладать повышенной ассимиляционной способностью по отношению к вклю-

чениям на базе Al_2O_3 и, соответственно, более длительным сохранением жидкоподвижности. Компоненты ШОС для сортовой МНЛЗ не могут обеспечить комплекс физических свойств необходимых для слябовой МНЛЗ. Поэтому в качестве дополнительных компонентов были рассмотрены следующие материалы: сода кальцинированная, плавиковый шпат, криолит. На основе проведенных исследований фракционного, химического состава и физических свойств исходных компонентов были рассчитаны составы и изготовлены опытные образцы смесей на базе системы CaO-SiO_2-Al_2O_3.

На первом этапе лабораторных исследований оптическим методом при 35-50 кратном увеличении в отраженном свете с использованием микропечи определили температуру и скорость плавления опытных смесей. В дальнейшем, с использованием ротационного вискозиметра были определены кинематическая вязкость шлакового расплава при температурах 1300°С и 1400°С, насыпная объемная масса смеси и угол естественного откоса.

Результаты проведенных исследований физико-химических свойств опытных смесей позволили получить информацию о влиянии исходных компонентов на физические свойства ШОС, а также определить целесообразность использования компонентов и их оптимальное содержание в смесях, обеспечивающее необходимые свойства ШОС (таблицы 1-3).

Таблица 1 – Химический состав исходных компонентов и шлакообразующих смесей, разработанных для промежуточного ковша слябовой МНЛЗ

	Химический состав ШОС, %							
	SiO_2	CaO	Al_2O_3	Na_2O	K_2O	F	$C_{общ}$	CaO/SiO_2
Пыль газоочистки производства ферросилиция	≥ 85	≤ 3	-	≤ 4		≤ 1	≤ 1	
Пыль аспирации производства извести	≤ 8	75-90	≤ 2	≤ 1		-	≤ 1	
Пыль газоочистки производства алюминия	≤ 2	≤ 3	25-45	8-16		12-22	20-40	
Плавиковый шпат	15-30	-	-	-	-	CaF_2 55-78	-	
Сода кальцинированная	Na_2CO_3 – 99,5							
Графит скрытокристалли-ческий	Зольность 17-22 %						75	
Кислая смесь	40,1-42,1	28,8-30,9	4,0-5,5	3,5-4,8	0,1-0,3	2,6-3,5	8,7-9,9	0,7-0,8
Основная смесь	21,0-23,5	35,0-39,5	6,0-7,5	6,0-7,8	0,1-0,5	4,0-5,8	10,0-11,4	1,6-1,7

Таблица 2 – Компонентный состав шлакообразующих смесей для промежуточного ковша слябовой МНЛЗ

	Доля компонентов, %					
	П-ФС	П-Изв	П-Al	Плавиковый шпат	Сода	Графит
Кислая смесь	39÷43	29÷33	6÷10	2÷5	4÷7	8÷10
Основная смесь	18÷21	31÷36	12÷16	9÷12	10÷13	9÷11

Таблица 3 – Физические свойства шлакообразующих смесей для промежуточного ковша слябовой МНЛЗ

	Насыпная объемная масса, т/м^3	Угол естественного откоса, град	Температура плавления, °С	Вязкость, Па·с при температуре, °С	
				1300	1400
Кислая смесь	0,45-0,6	25-35	1220-1320	1,85-2,15	1,25-1,55
Основная смесь	0,65-0,75	29-39	1270-1370	2,40-2,70	1,80-2,10

Разработанные составы шлакообразующих смесей использовались при разливке низкоуглеродистой низкокремнистой стали, раскисленной алюминием, в слябы толщиной 200 и 250 мм. Проведенные опытно-промышленные испытания показали высокие эксплуатационные характеристики разработанных смесей. При этом технологические свойства кислой смеси оказались выше основной, температура растекания кислой смеси несколько ниже температуры растекания основной смеси, что способствует быстрому растеканию шлакового расплава по поверхности металла и образованию плотного защитного слоя. Теплопотери металла в процессе разливки плавок находились на уровне импортных смесей и в среднем составили 8°С за плавку. По сравнению с импортными ШОС при использовании кислой смеси не отмечено проблем с затягиванием разливочных стаканов тугоплавкими оксидами алюминия, что свидетельствует о более высокой ассимиляционной способности разработанной смеси. При использовании основной смеси из-за более высокой основности и температуры плавления отмечено комкование и спекание порошка в начале разливки первой плавки в серии, приводящее к локальному оголению «зеркала» металла.

Библиографический список

1. Фейлер С.В. Разработка математической модели и численные расчеты гидродинамических потоков стали в промежуточном ковше слябовой МНЛЗ / С.В. Фейлер, Е.В. Протопопов, В.П. Комшуков [и др.] // Известия вузов. Черная металлургия. – 2008.№ 12. – С. 15-21.
2. Протопопов Е.В. Совершенствование конструкции промежуточного ковша слябовой МНЛЗ для дополнительного рафинирования металла / Е.В. Протопопов, С.В. Фейлер, В.П Комшуков [и др.] // Труды X Международного конгресса сталеплавильщиков. М., Черметинформация, 2008. – С. 637-640.

3. Протопопов Е.В. Экспериментальные исследования гидродинамики металла в промежуточном ковше машины непрерывного литья заготовок / Е.В. Протопопов, Л.А. Ганзер, С.В. Фейлер // Известия вузов. Черная металлургия. – 2010.№ 6. – С. 25-29.

УДК 669.184.244.66

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕГКОПЛАВКОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО ФЛЮСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ШЛАКОВЫМ РЕЖИМОМ КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКИ

Волынкина Е.П., Протопопов Е.В., Ганзер Л.А., Соколов В.В.

Сибирский государственный индустриальный университет,
ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат»
г. Новокузнецк

В результате проведенных ранее исследований разработана технология и начато производство нового вида продукции для черной металлургии – комплексных синтетических легкоплавких флюсов [1, 2].

Основным сырьем для их производства являются фторуглеродистые отходы электролитического производства алюминия. В Сибирском федеральном округе сосредоточена основная часть российских алюминиевых заводов, входящих в состав компании РУСАЛ: Новокузнецкий, Красноярский, Братский, Саянский. В ходе производственного процесса на этих заводах ежегодно образуется около 40 тыс. т использованной футеровки электролизеров и свыше 70 тыс. т мелкодисперсных отходов.

Существующий опыт применения при конвертировании металла фторуглеродистых отходов алюминиевого производства показал высокую эффективность разжижения шлака и окислительного рафинирования металла. При этом широкому применению в конвертерной плавке фторуглеродистых отходов алюминиевого производства препятствует нестабильность гранулометрического и химического составов, основных технологических свойств, а также наличие в их составе реагирующих с водой и атмосферным воздухом компонентов (фториды, карбиды, нитриды) с выделением токсичных соединений (аммиак, фтористый водород, сероводород) в окружающую среду и ухудшение условий труда персонала металлургических предприятий.

Синтетические флюсы являются комплексными органоминеральными соединениями (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Химический состав синтетических флюсов

Материал	Крупность, мм	Влажность, W^r_t, %	Выход летучих, V^r/V^{daf}, %	Содержание элементов, % сухой массы									
				C	Ca	F	Na	Al	Fe	Si	Mg	S	K
Кусковый синтетический флюс	5-50	1,0	1,7/2,6	30-50	2-6	15-20	15-20	4-6	0,2-0,4	0,2-0,5	0,4-0,5	0,1-0,2	0,2-0,3
Брикетированный синтетический флюс	30×40×70	2,4	2,1/2,5	30-50	10-20	15-20	10-15	3-5	0,5-1,0	0,1-0,2	0,1-0,3	0,2-0,3	0,3-0,5

Из таблицы 1 видно, что органическая часть синтетических флюсов представлена углеродом, обеспечивающим необходимый температурный режим для протекания окислительных процессов, минеральная часть благодаря наличию таких легкоплавких компонентов, как криолит (1020 ºС), хиолит (85 ºС), виллиомит (995 ºС), кароббиит (856 ºС), селлаит (1263 ºС), обеспечивает их технологические преимущества по сравнению с традиционными видами металлургического сырья.

В то же время при существующем уровне развития контроля и управления шлаковым режимом конвертерной плавки, непостоянстве состава и температуры чугуна, изменяющейся геометрии и температуре футеровки нередко возникают ситуации, когда шлаковая фаза приходит в чрезмерно вспененное состояние, что в дальнейшем приводит к выбросам шлакометаллической эмульсии из агрегата, снижению производительности и выхода годного металла, ухудшению экологической обстановки в цехе и организации работ.

При этом распространена точка зрения, что идеальным вариантом предупреждения чрезмерного вспенивания и выбросов является оптимальная организация дутьевого режима плавки, под которым понимается продувка при переменном положении фурмы и возможный временной график изменения количества вдуваемого в ванну кислорода, однако эти мероприятия не всегда эффективны.

В качестве основных причин выбросов обычно называют повышенное содержание оксидов железа в шлаке и взрывной характер обезуглероживания, одновременное увеличение скорости окисления углерода и склонности шлака к вспениванию, а также плохое перемешивание ванны. Очевидно связь между скоростью обезуглероживания и изменением уровня ванны существует, однако процесс обезуглероживания расплава не является непосредственной причиной выбросов. Это подтверждается фактом, что «горячие» плавки или плавки со «свернутым» шлаком, которые характеризуются высокой скоростью обезуглероживания, проходят без выбросов при пониженном уровне шлакометаллической эмульсии, а зачастую и при отсутствии таковой.

В соответствии с современными представлениями основной причиной чрезмерного вспенивания является продолжающееся в шлаке обезуглероживание корольков металла, при этом выделяющиеся мелкие пузыри монооксида углерода стабилизируют эмульсию и пену. В то же время совершенно очевидно, что интенсивность выделения пузырей газа в шлакометаллической эмульсии определяется не только количеством и размером корольков и концентрацией в них углерода, но и физико-химическими свойствами шлака, которые в условиях использования легкоплавких синтетических флюсов можно регулировать в зависимости от хода конвертерной плавки.

С целью изучения особенностей вспенивания и поиска эффективных способов предотвращения выбросов шлакометаллической эмульсии из агрегата изучали физико-химические характеристики, фракционный состав продувочных шлаков и «шлаков выбросов» при выплавке низкоуглеродистых марок стали в 350-т конвертерах ОАО «ЗСМК». Продувку расплава кислородом осуществляли четырехсопловой фурмой с интенсивностью 900…1200 $м^3$/мин в соответствии с принятой в цехе технологической инструкцией.

Во время чрезмерного вспенивания шлака, т. е. при появлении выбросов или переливов через горловину конвертера специальным устройством отбирали пробы шлакометаллической эмульсии. После извлечения из них неусвоенной извести и металлических корольков и определения массовой доли последних, шлаки подвергали химическому анализу, определяли температуру их плавления и вязкость (см. таблицу 2).

Таблица 2 – Физико-химические характеристики шлаков выбросов (опытные плавки) в различные периоды продувки ванны кислородом

Время продувки, %	Химический состав шлаков выбросов, %									η, Па·с	$T_{пл}$, °C
	SiO_2	CaO	FeO	∑FeO	MnO	P_2O_5	Al_2O_3	MgO	S		
20-30	22,1 – 30,1 / 28,1	36,9 – 42,0 / 40,8	7,3 – 13,4 / 9,1	13,1 – 20,0 / 15,1	9,0 – 12 / 10,5	2,3 – 7,0 / 4,4	1,4 – 3,6 / 3,0	0,9 – 1,5 / 1,2	0,08 – 0,12 / 1,40	0,025 – 0,07 / 0,041	1220 – 1260 / 1239
50-60	20,1 – 29,8 / 26,0	40,6 – 52,9 / 45,7	5,8 – 11,3 / 6,8	9,7 – 16,7 / 12,0	6,6 – 9,8 / 7,8	2,3 – 3,8 / 3,1	1,1 – 3,4 / 2,7	1,5 – 3,2 / 1,5	0,05 – 0,12 / 0,07	0,050 – 0,15 / 0,098	1240 – 1350 / 1276
70-90	17,3 – 22,4 / 21,3	46,2 – 56,5 / 49,6	6,4 – 9,0 / 7,9	15,9 – 17,9 / 16,3	5,1 – 9,4 / 7,8	3,0 – 4,2 / 3,4	1,5 – 3,2 / 2,8	1,5 – 2,3 / 1,7	0,07 – 0,1 / 0,085	0,125 – 0,23 / 0,158	1310 – 1460 / 1346

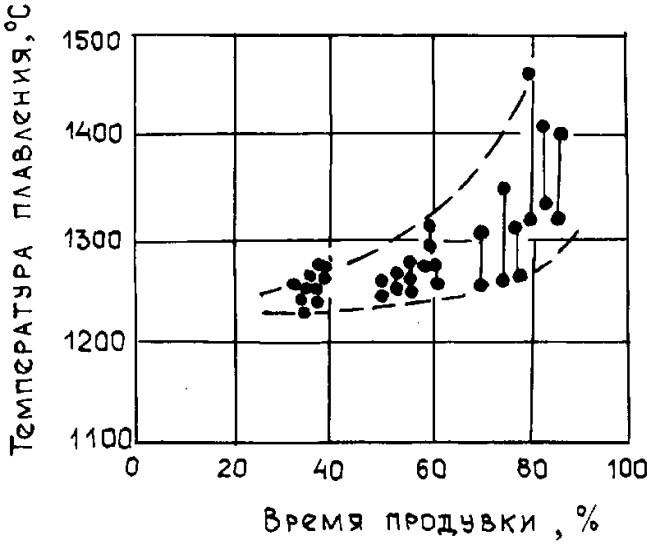
Примечание: в числителе – интервал, в знаменателе – средние значения.

В качестве сравнительных анализировали плавки, проведенные по аналогичной технологии, в том числе с промежуточными повалками для отбора проб металла и шлака, на которых чрезмерное вспенивание не наблюдалось.

Установлено, что чрезмерное вспенивание шлака, сопровождающееся выбросами, наступало чаще всего в течение трех интервалов времени продувки: наиболее часто непосредственно после наводки шлака и перевода

фурмы в рабочее положение, т. е. в период, соответствующий 25…30 % времени продувки, значительно реже в период интенсивного выгорания углерода (50…60 % времени продувки) и на заключительном этапе плавки (70…90 % времени продувки).

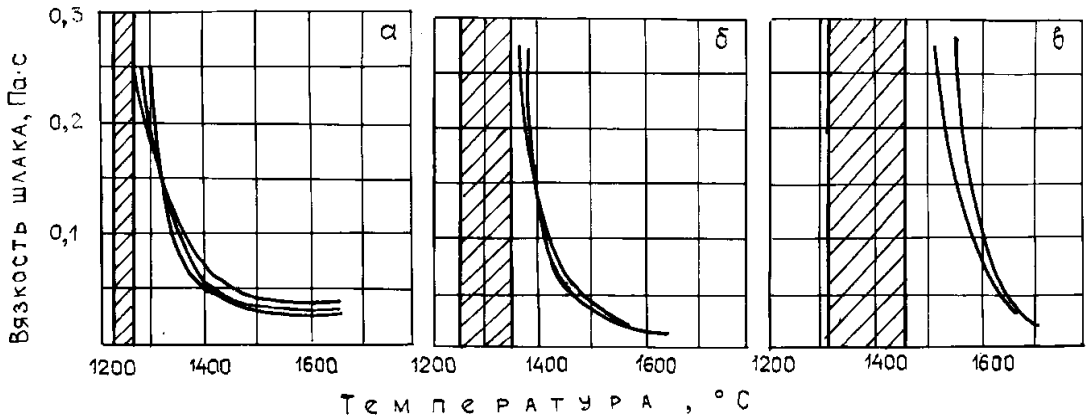
Шлаки, отобранные в первый из указанных интервалов времени, вспенены очень мелкими пузырьками монооксида углерода (до долей миллиметра), разделенными между собой тонкими шлаковыми прослойками. Температура плавления таких шлаков колеблется в пределах 1200…1260 °С, а вязкость при температурах, соответствующих моменту выбросов шлакометаллической эмульсии из конвертера, составляет обычно 0,025…0,070 Па·с (рисунок 1).



Точки – температура плавления, линии – области плавления шлаков выбросов

Рисунок 1 – Изменение температуры плавления шлаков выбросов по ходу продувки

В следующий из характерных моментов значительного вспенивания ванны, соответствующий 50…60 % времени продувки, этому процессу наряду с отмеченными факторами способствует энергичное развитие реакции обезуглероживания. При этом шлаки выбросов в данный период продувки вспенены относительно более крупными пузырями *CO*, а наличие в них кусочков неусвоенной извести свидетельствует о замедленном шлакообразовании. Температура плавления шлаков составляет 1240…1360 °С и более, вязкость достигает 0,15…0,18 Па·с (рисунок 2).



Заштрихованы области температур плавления шлаков выбросов:
а – 30-40 %; б – 50-60 % и в – 70-90 % времени продувки
Рисунок 2 – Зависимость вязкости шлаков выбросов различных периодов плавки от температуры ванны

К заключительному моменту операции (70…90 % времени продувки) температура плавления шлаков выбросов достигает 1310…1460 °С, а их вязкость колеблется в пределах 0,15…0,23 Па·с. Как правило, и в этом интервале времени продувки плавок, прошедших с выбросами, отмечалось наличие в шлаках неусвоенной извести, вспененность его крупными пузырями, большой интервал температур плавления шлаков, свидетельствующий об их неуваренности, и высокая окисленность шлаков (на 5…8 % выше, чем в сравнительных плавках).

Внешний вид шлаков свидетельствует о поверхностной пене в начале продувки (мелкие пузырьки, тонкие шлаковые прослойки с сильным расклинивающим эффектом) и объемной пене (более крупные пузыри с толстыми шлаковыми прослойками) в последующие периоды плавки.

Установлено (таблица 2), что шлаки плавок с выбросами, как правило, имеют более низкую основность первичных шлаков и более медленный темп нарастание ее по ходу операции. Если на сравнительных плавках с повалками основность обычно составляла 2,1…2,5 в начале и до 4,8 в конце операции, то в плавках с выбросами основность шлака была в пределах от 1,3 в начале до 3,0 единиц в конце плавки. Визуальное сравнение закристаллизовавшихся проб шлака сравнительных плавок и проб шлаков выбросов показало, что в последних, особенно, в периодах начала и середины операции содержались частицы неусвоенной извести размером до 8-10 мм. В шлаках конца операции (70-90 % времени продувки) явных частиц извести не обнаружили, тем не менее, шлаки выглядели неуваренными, что также свидетельствует о наличии неусвоенной извести. Шлаки сравнительных плавок с повалками аналогичных периодов были более гомогенными и уваренными.

Пониженную основность шлаков при прочих равных условиях можно объяснить только температурными условиями в ванне конвертера, влияющими на степень ассимиляции извести. Если при нормально протекающем

процессе известь усваивается достаточно быстро, основность монотонно возрастает, то на плавках с выбросами фиксируется плохое усвоение извести шлаком и более медленное нарастание его основности. Неусвоенные частицы извести при вспенивании шлакометаллической эмульсии обычно остаются на границе раздела шлак – металл, в связи с чем пробы шлаков выбросов, отобранные с верхних горизонтов ванны, показывают при химическом анализе, как правило, пониженную основность.

Таким образом, начальные шлаки, имеющие более низкую основность, в присутствии крупных частиц неусвоенной извести, образуют так называемую поверхностную пену и вспениваются главным образом благодаря повышенному содержанию закиси железа в шлаке. Шлаки более поздних периодов вспениваются в значительной степени из–за их высокой гетерогенности и вязкости, что подтверждает возможность управления шлаковым режимом конвертерной плавки при использовании в процессе новых материалов на основе фторуглеродистых отходов алюминиевого производства.

Библиографический список

1. Волынкина Е.П. Синтетические легкоплавкие флюсы на основе фторуглеродистых отходов алюминиевой промышленности [Текст] / Е.П. Волынкина, Е.В. Протопопов, В.В. Макарчук, Н.А. Халаман // Экология производства: Металлургия и машиностроении. – 2008. – №1(10). – С. 4-6.
2. Айзатулов Р.С. Комплексны синтетические флюсы для совершенствования конвертерной плавки [Текст] / Р.С. Айзатулов, Е.П. Волынкина, Е.В. Протопопов, Л.А. Ганзер // Вестник горно-металлургической секции Российской академии естественных наук. Отделение металлургии: Сборник научных трудов. Вып. 21. – М. – Новокузнецк, 2008. – С. 12-16.

УДК 622.785

ТЕХНОЛОГИЯ АГЛОМЕРАЦИИ ДВУХСЛОЙНОЙ ШИХТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ТВЁРДОГО ТОПЛИВА ОТХОДОВ КОКСОВОГО ЦЕХА

Одинцов А.А., Долинский В.А.

Западно-Сибирский металлургический комбинат,
Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк

На крупных металлургических предприятиях с полным металлургическим циклом более 50 % выбросов в атмосферу пыли, монооксида углерода, сернистого ангидрида приходится на долю агломерационных фабрик [1].

В процессе агломерации при взаимодействии углерода топлива с кислородом в спекаемом слое выделяются первичные продукты горения (CO и CO_2) по химическим реакциям:

$C + O_2 = CO_2 + 410$ МДж/кмоль C; $C + 0{,}5O_2 = CO + 124$ МДж/кмоль C.

Первичные продукты горения при движении в высокотемпературном слое «корректируют» свой состав в результате протекания вторичной реакции догорания CO:

$CO + 0{,}5O_2 = CO_2 + 285$ МДж/кмоль.

Таким образом, эмиссия CO_2 с аглогазами находится в прямой зависимости от содержания углерода твёрдого топлива в шихте, что актуализирует проблему снижения удельного расхода твёрдого топлива при агломерации железорудных материалов.

В настоящее время уровень развития техники и технологии агломерационного производства в России остаётся относительно невысоким. В условиях нестабильности финансово-экономического положения металлургических предприятий возрастает актуальность сокращения издержек, существенную долю которых на металлургическом предприятии составляют расходы на топливно-энергетические ресурсы.

Несмотря на постоянное совершенствование технологии производства агломерата на ОАО «ЗСМК», расход твёрдого топлива как основной составляющей энергоёмкости аглопроизводства, остаётся несколько выше зарубежных показателей: аглофабрика ОАО «ЗСМК» – 55,79, аглофабрики Японии, Германии – 36 – 42 кг/т агломерата [2]. На удельный расход твёрдого топлива при производстве агломерата влияют следующие факторы: сортамент и характеристика используемого топлива, компонентный и химический состав аглошихты, технологические параметры процесса агломерации. Гранулометрический состав твёрдого топлива оказывает существенное влияние на показатели процесса спекания и качество агломерата. Так, повышение содержания фракции более 0,5 мм в твёрдом топливе приводит к снижению удельной производительности агломашины, ухудшению качественных характеристик агломерата, увеличению расхода твёрдого топлива на агломерацию.

Широко используемая в процессе агломерации в качестве твёрдого топлива коксовая мелочь является отходом коксохимического производства. В условиях ОАО «ЗСМК» топливная смесь на складе топлива аглофабрики состоит из различных сортов: кокс фракции 0 – 10 мм, коксовая пыль, коксовый шлам и др., существенно различающиеся по гранулометрическому составу и техническому составу золы [3].

Цель данной работы – разработка ресурсосберегающей технологии спекания аглошихты с различным по гранулометрическому составу твёрдым топливом, обеспечивающей снижение удельного расхода твёрдого

топлива (при сохранении основных показателей процесса спекания и качества агломерата) и валовых выбросов вредных веществ в атмосферу.

Согласно лабораторным исследованиям [4] использование топлива крупностью 0,5 –3,0 мм позволяет снизить расход углерода при спекании магнетитовых концентратов примерно на 15 %.

В исследованиях, выполненных Днепропетровским металлургическим институтом, установлено [5], что по мере возрастания крупности топлива от 0,5 до 3,5 мм отношение монооксида и диоксида углерода в отходящих газах уменьшается, т. е. растёт полнота сжигания углерода. При полном удалении из топлива мелких фракций (0 – 0,5 мм) его расход удалось снизить на 15,2 %, а концентрацию оксида углерода на 17,6 %.

Снижение содержания фракции 0 – 0,63 мм с 47,5 до 35,8 % в коксовой мелочи аглофабрики АО «Арселор Миталл Стил Темиртау» позволило уменьшить удельный расход твёрдого топлива с 69,89 до 59,54 кг/т агломерата (на 14,8 % отн.) наряду с уменьшением выбросов CO и NO_X в атмосферу на 11,22 и 14,73 % соответственно [6].

По зарубежным данным [7], использование твёрдого топлива со средним диаметром частиц около 1 мм обеспечивает получение агломерата высокого качества при минимальном расходе тепла. В соответствии с исследованиями, проведёнными в Японии, коксовая мелочь крупностью 1 – 2 мм обеспечивает максимальную температуру в зоне горения – 1400 °С, крупностью 5 – 6 мм – 1250 °С. Применение однородного топлива крупностью 1 – 2 мм позволило снизить его удельный расход с 57,9 до 46,2 кг/т агломерата, или на 20,2 % (отн.).

С целью выявления резерва снижения расхода твёрдого топлива были проведены опыты по спеканию агломерационной шихты, состоящей из шихтовых материалов текущего производства, применяемых на аглофабрике ОАО «ЗСМК» (таблицы 1 – 3).

Таблица 1 – Химический состав шихтовых материалов

Наименование материала	Содержание элемента / оксида, %																	CaO/SiO_2
	Fe	Mn	P	S	FeO	Fe_2O_3	CaO	MgO	SiO_2	Al_2O_3	MnO	TiO_2	Na_2O	K_2O	ZnO	P_2O_5	ППП	
1 Концентраты ММС:																		
коршуновский	61,87	0,10	0,116	0,088	23,19	62,70	1,56	3,31	4,24	2,65	0,13	0,36	0,08	0,01	0,028	0,267	1,99	0,37
абагурский	61,79	0,33	0,034	0,232	25,43	60,10	2,06	2,04	5,56	2,35	0,43	0,14	0,06	0,13	0,033	0,078	1,77	0,37
мундыбашский	60,94	0,50	0,030	1,179	28,52	55,46	2,64	1,44	6,67	2,15	0,65	0,18	0,06	0,11	0,050	0,069	0,30	0,40
2 Флюсы:																		
известняк	–	–	0,005	0,078	0,71	–	54,33	0,46	1,99	0,30	–	–	–	–	0,009	0,011	41,72	27,30
известь	–	–	–	0,131	0,53	–	74,08	1,62	5,78	–	–	–	–	–	0,024	–	15,01	12,82
3 Твёрдое топливо (коксовая мелочь):																		
фр. 0 – 0,5 мм	1,80	0,02	0,049	0,510	–	2,57	1,87	0,32	5,55	2,56	0,03	0,12	0,15	0,24	–	0,112	85,70	0,34
фр. 0,5 – 1 мм	1,38	0,02	0,044	0,490	–	1,98	1,03	0,26	5,82	2,74	0,02	0,11	0,15	0,26	–	0,101	87,10	0,18
фр. 1 – 2 мм	1,42	0,02	0,043	0,450	–	2,03	1,01	0,24	6,56	2,95	0,02	0,12	0,16	0,28	–	0,099	86,00	0,15
фр. 2 – 3 мм	1,60	0,02	0,046	0,450	–	2,28	1,19	0,29	6,83	3,02	0,02	0,12	0,15	0,30	–	0,104	85,10	0,17
фр. 3 – 8 мм	2,37	0,03	0,050	0,420	–	3,38	1,85	0,40	7,68	3,36	0,03	0,14	0,19	0,34	–	0,114	81,90	0,24

Таблица 2 – Гранулометрический состав шихтовых материалов

Наименование материала	Класс крупности материала (мм), %													
	0 – 0,05	0,05 – 0,063	0,063 – 0,074	0,074 – 0,1	0,1 – 0,16	0,16 – 0,2	0,2 – 0,315	0,315 – 0,4	0,4 – 0,63	0,63 – 1,0	1,0 – 1,6	1,6 – 2,5	2,5 – 3	<0,074
1 Концентраты ММС:														
коршуновский	32,65	17,35	11,22	13,27	15,31	6,12	3,06	1,02	–	–	–	–	–	61,22
абагурский	20,39	23,68	11,18	22,37	11,84	5,26	4,61	0,66	–	–	–	–	–	55,26
мундыбашский	20,99	19,75	12,35	13,58	17,28	8,64	6,17	1,23	–	–	–	–	–	53,09
2 Флюсы:														
известняк	2,68	4,70	1,34	4,70	3,36	2,68	4,70	4,03	7,38	10,74	12,08	29,53	12,08	8,72
известь	1,94	5,83	1,94	3,88	5,83	5,83	8,74	8,74	12,62	16,50	12,62	15,53	–	9,71

Таблица 3 – Гранулометрический состав твёрдого топлива верхнего слоя шихты

Наименование	Класс крупности материала (мм), %																$d_{экв.}$, мм
	0 – 0,05	0,05 – 0,063	0,063 – 0,074	0,074 – 0,1	0,1 – 0,16	0,16 – 0,2	0,2 – 0,315	0,315 – 0,4	0,4 – 0,63	0,63 – 1,0	1,0 – 1,6	1,6 – 2,5	2,5 – 3,0	3,0 – 5,0	5,0 – 8,0	<0,5	
Серия 1	2,40	1,20	2,40	2,50	7,22	6,00	9,61	7,85	17,40	10,80	9,30	10,32	2,00	7,62	3,38	45,00	0,46
Серия 2*	1,13	1,18	1,20	2,42	6,05	4,84	9,68	4,40	16,80	16,31	9,68	10,88	2,43	9,00	4,00	35,00	0,54
Серии 3, 5	1,16	1,18	1,18	2,36	3,54	2,36	4,72	3,10	16,10	18,80	12,60	14,69	3,20	10,38	4,63	25,00	0,65
Серии 4, 6	–	–	–	–	–	–	–	–	20,60	22,92	14,52	18,25	3,71	13,85	6,15	–	1,42
Примечание: *гранулометрический состав топлива для верхнего слоя шихты серии 2 и нижнего слоя																	

Таблица 4 – Компонентный состав агломерационной шихты

Наименование материала	Наименование серии											
	1		2		3		4		5		6	
	Содержание фракции менее 0,5 мм в твёрдом топливе верхнего слоя шихты, %											
	45		35		25		0		25		0	
	Содержание компонента шихты											
	кг/т	%	кг/т	%	кг/т	%	кг/т	%	кг/т	%	кг/т	%
1 Концентраты ММС:												
коршуновский	227,59	20,11	227,59	20,11	227,59	20,11	227,59	20,11	227,78	20,19	227,84	20,22
мундыбашский	275,01	24,30	275,01	24,30	275,01	24,30	275,01	24,30	275,23	24,40	275,31	24,43
абагурский	445,70	39,40	445,70	39,40	445,70	39,40	445,70	39,40	446,07	39,54	446,19	39,58
Итого по пункту 1:	948,30	83,81	948,30	83,81	948,30	83,81	948,30	83,81	949,08	84,13	949,34	84,23
2 Флюсы:												
известняк	71,46	6,31	71,46	6,31	71,46	6,31	71,46	6,31	70,89	6,28	70,71	6,27
известь	27,00	2,38	27,00	2,38	27,00	2,38	27,00	2,38	27,00	2,39	27,00	2,40
Итого по пункту 2:	98,46	8,69	98,46	8,69	98,46	8,69	98,46	8,69	97,89	8,67	97,71	8,67
3 Твёрдое топливо:												
коксовая мелочь	84,90	7,50	84,90	7,50	84,90	7,50	84,90	7,50	81,20	7,20	80,00	7,10
Итого задано по пунктам 1 – 3:	1131,66	100,00	1131,66	100,00	1131,66	100,00	1131,66	100,00	1128,17	100,00	1127,05	100,00

Было проведено 6 серий опытов, в которых изменяли содержание фракции менее 0,5 мм в твёрдом топливе шихты верхнего слоя: 1 – 4-ая серии опытов – при постоянном содержании топлива в шихте 7,5 % и оптимальной влажности шихты; 5, 6-ые серии – при оптимальном содержании топлива и влаги в шихте. Высота слоя и содержание возврата в шихте, удельный расход извести, соотношение верхнего и нижнего слоёв, разрежение во всех сериях оставались постоянными величинами: 375 мм, 33 %, 27 кг/т агломерата, 1/2, 7,84 кПа соответственно. Гранулометрический состав твёрдого топлива для нижнего слоя шихты в опытах всех серий был одинаков (см. таблицу 3). Состав опытных шихт приведён в таблице 4.

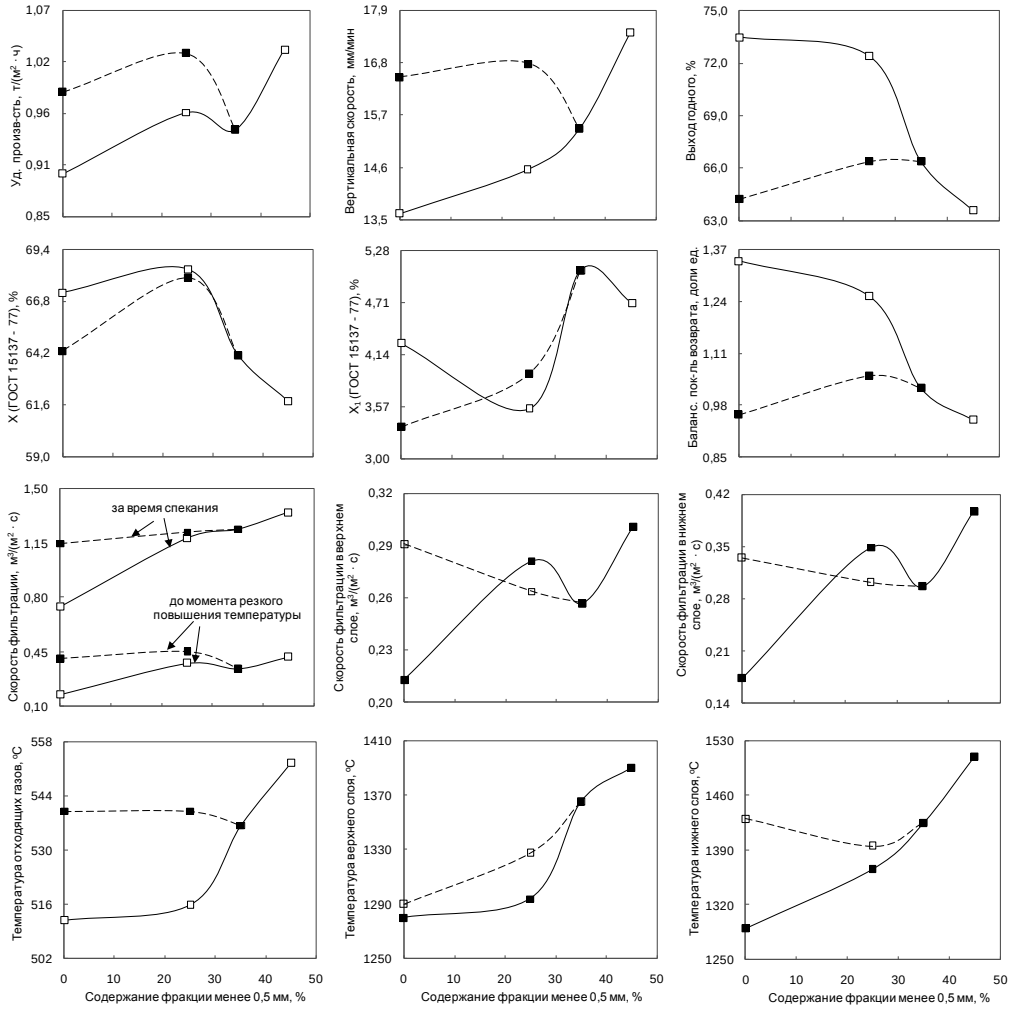
Технический состав твёрдого топлива по фракциям был следующий (%):

Размер фракции, мм	W^a	A^d	V^{daf}	S^d
0 – 0,5	0,8	14,3	3,6	0,51
0,5 – 1	0,9	12,9	2,1	0,49
1 – 2	0,9	14,0	2,4	0,45
2 – 3	0,9	14,9	2,1	0,45
3 – 8	0,7	18,1	3,0	0,42

Динамика изменения основных технологических показателей процесса спекания и качества агломерата приведена на рисунке 1.

Анализ полученных данных показывает, что при уменьшении содержания мелких фракций (менее 0,5 мм) в коксовой мелочи верхнего слоя шихты с 45 (серия 1) до 0 % (серия 4) с соответствующем увеличением крупных фракций (более 3 мм) наблюдается снижение удельной производительности аглоустановки с 1,028 до 0,895 т/(м^2 · ч) (на 12,94 % (отн.)) за счёт падения вертикальной скорости спекания с 17,44 до 13,64 мм/мин (на 21,79 % (отн.)). Выход годного агломерата, напротив, возрастает с 63,60 до 73,52 % (на 15,60 % (отн.)) за счёт увеличения доли фракции более 25 мм (рисунок 2) в агломерате с 8,59 до 22,16 % соответственно. Оптимальная влажность шихты закономерно снижалась с 7,3 (серия 1) до 7,2 % (серия 4) вследствие увеличения $d_{экв.}$ коксовой мелочи верхнего слоя шихты с 0,46 до 1,42 мм. Относительно высокая вертикальная скорость спекания в серии 1 вызвана повышением скорости фильтрации воздуха через спекаемый слой: максимальное значение данного показателя до момента резкого повышения температуры отходящих газов от аглоустановки для серии 1 – 0,420 м^3/(м^2·с), против 0,174 м^3/(м^2·с) – для серии 4. По нашему мнению, это объясняется тем, что при горении более крупного топлива верхнего слоя (увеличение содержания фракции более 3 мм с 11,00 в серии 1 до 15,01 – 20,00 % в сериях 3, 4) происходит существенное увеличение количества жидких фаз, которые приводят к повышению газодинамического сопротивления слоя горения. Об этом свидетельствует также увеличивающийся во время проведения процесса спекания период стабилизации скорости фильтра-

ции воздуха с 16,5 (серия 1) до 21,5 мин (серия 4). Кривые распределения скорости фильтрации воздуха в верхнем и нижнем слоях имеют экстремальный характер падения, что обусловливает существенное замедление скорости передвижения зоны горения по всей высоте спекаемого слоя. Снижение максимальной температуры отходящих газов с 553 до 512 °С вызвано уменьшением максимальной температуры в спекаемом слое (верхний/нижний уровни) с 1390/1510 до 1280/1290 °С, что согласуется с закономерностями слоевого горения твёрдого топлива различной реакционной способности: использование более крупного топлива с меньшей реакционной способностью приводит к растягиванию зоны высоких температур в слое и соответствующему снижению их абсолютных значений [1]. На снижение температуры также повлияла способность крупных фракций коксовой мелочи выступать в качестве зародышей гранул шихты, что затрудняет в них диффузию кислорода к углероду топлива. Таким образом, температура нижнего и верхнего слоёв в серии 4 практически выравнивается (разность между ними сокращается со 120 до 10 °С).



(——— – содержание топлива 7,5 %; – – – – – оптимальные параметры)

Рисунок 1 – Зависимость показателей аглопроцесса и качества агломерата от содержания (фракции менее 0,5 мм в твёрдом топливе верхнего слоя шихты

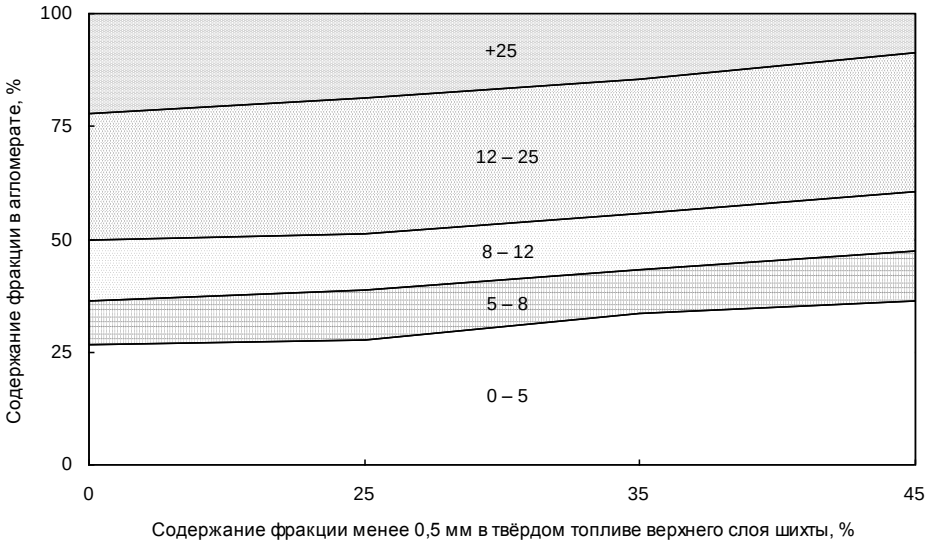


Рисунок 2 – Гранулометрический состав агломерата в зависимости от содержания фракции 9менее (0,5 мм в твёрдом топливе верхнего слоя шихты)

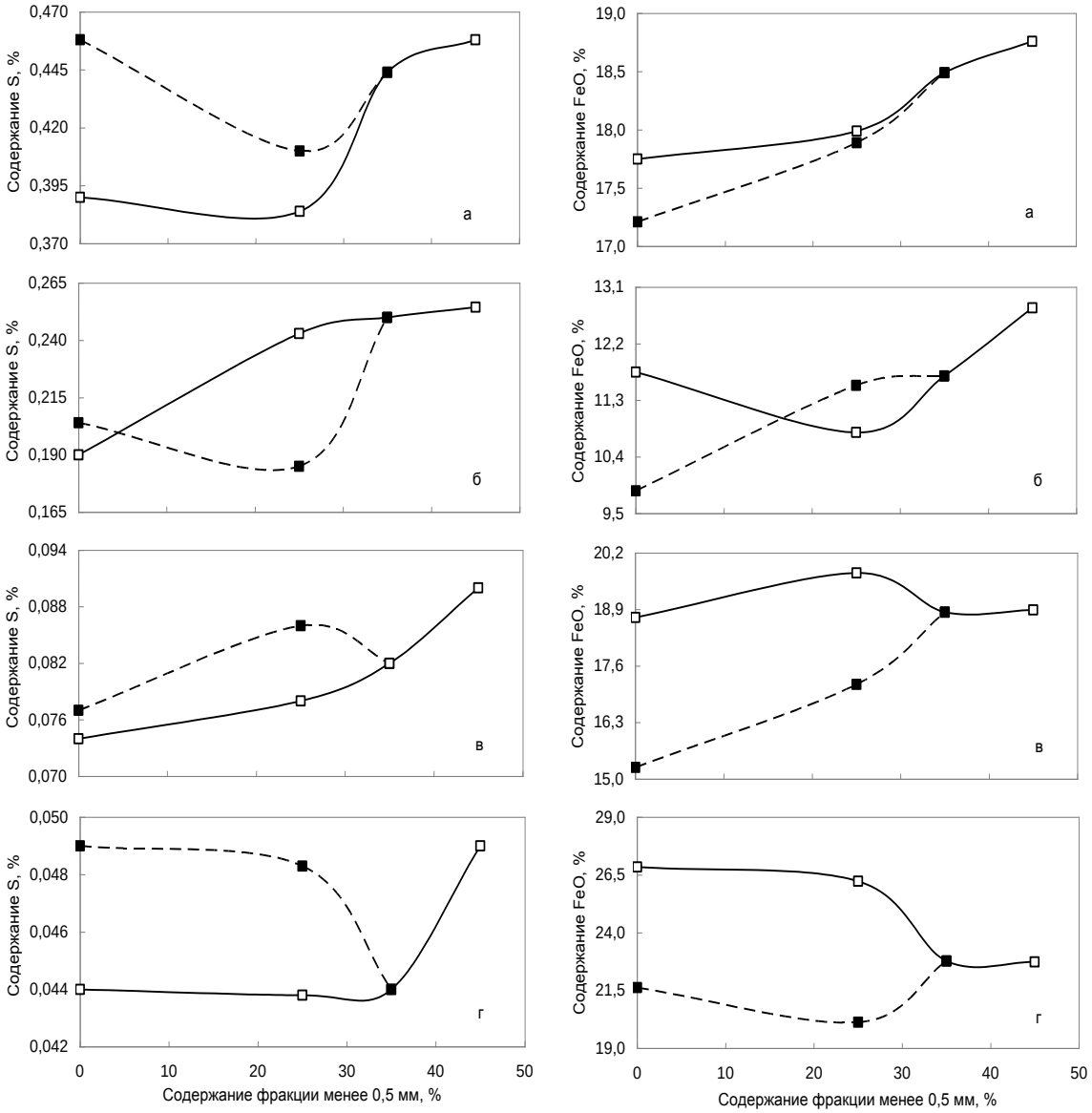
Прочностные характеристики агломерата по мере снижения содержания фракции менее 0,5 мм в твёрдом топливе верхнего слоя шихты улучшаются: X (на удар) увеличивается с 61,78 до 67,23 %, а X_1 (на истирание) уменьшается с 4,71 до 4,26 % (ГОСТ 15137 – 77).

С уменьшением содержания фракции менее 0,5 мм в коксовой мелочи верхнего слоя шихты с 45 до 0 % балансировочный показатель возврата (отношение количества возврата, вводимого в шихту к количеству возврату, полученному из спека) возрастает с 0,944 до 1,342 доли ед.; при разгрузке агломерата из аглочаши на колосниковой решётке видны следы проникновения расплава (серии 3, 4), что свидетельствует об избыточном количестве топлива в шихте.)

При снижении содержания топлива в шихте с 7,5 (серия 2) до 7,2 % (серия 5) и 7,1 % (серия 6) оптимальная влажность шихты уменьшается с 7,3 до 7,2 и 7,1 % соответственно, показатели процесса спекания остаются практически на одном уровне с базовыми (серия 2): удельная производительность повышается до 0,983 – 1,024 т/(м^2 · ч), линейная скорость спекания – до 16,50 – 16,79 мм/мин, выход годного агломерата незначительно снижается до 64,23 – 66,39 % (см. рисунок 1). Это указывает на минимизацию технологических недостатков аглопроцесса (падение удельной производительности и вертикальной скорости спекания), связанных с укрупнением твёрдого топлива. Механическая прочность агломерата на удар практически не изменилась и составила 64,32 %, а на истирание – снизилась до 3,34 %.

Распределение серы и оксида железа (II) в полученном агломерате и возврате приведёно на рисунке 3. Динамика изменения содержания серы и оксида железа (II) в агломерате серий 1 – 4 находится в обратной зависи-

мости от крупности топлива: с уменьшением доли фракции менее 0,5 мм в твёрдом топливе верхнего слоя шихты повышается содержание оксида железа (II) при одновременном снижении содержания серы. Поведение серы в данном случае объясняется снижением температурно-теплового уровня процесса спекания. Существенная концентрация серы и оксида железа (II) в возврате крупностью 0 – 3 мм (серия 1) связана с относительно высокой долей в нём недопёка. В агломерате и возврате, полученных из шихты с оптимальным содержанием топлива, наблюдается стабилизация кривой распределения содержания серы; содержание оксида железа (II) закономерно снижается.



а, б, в – в возврате фракции 0 – 1, 1 – 3, 3 – 5 мм соответственно;
г – агломерате
(– содержание топлива 7,5 %; – оптимальные параметры)

Рисунок 3 – Влияние содержания фракции менее 0,5 мм в твёрдом топливе верхнего слоя шихты на содержание серы и оксида железа (II):

Реализация технологии ввода различного по крупности топлива в аглошихту в условиях аглофабрики ОАО «ЗСМК» возможна при реконструкции существующей схемы распределения твёрдого топлива в корпусе агломерации: установке классификатора, дополнительного конвейера и течек для разделения топлива на крупную (более 3 мм) и мелкую (менее 3 мм) фракции с последующей подачей их в верхний и нижний слой шихты соответственно (рисунок 4).

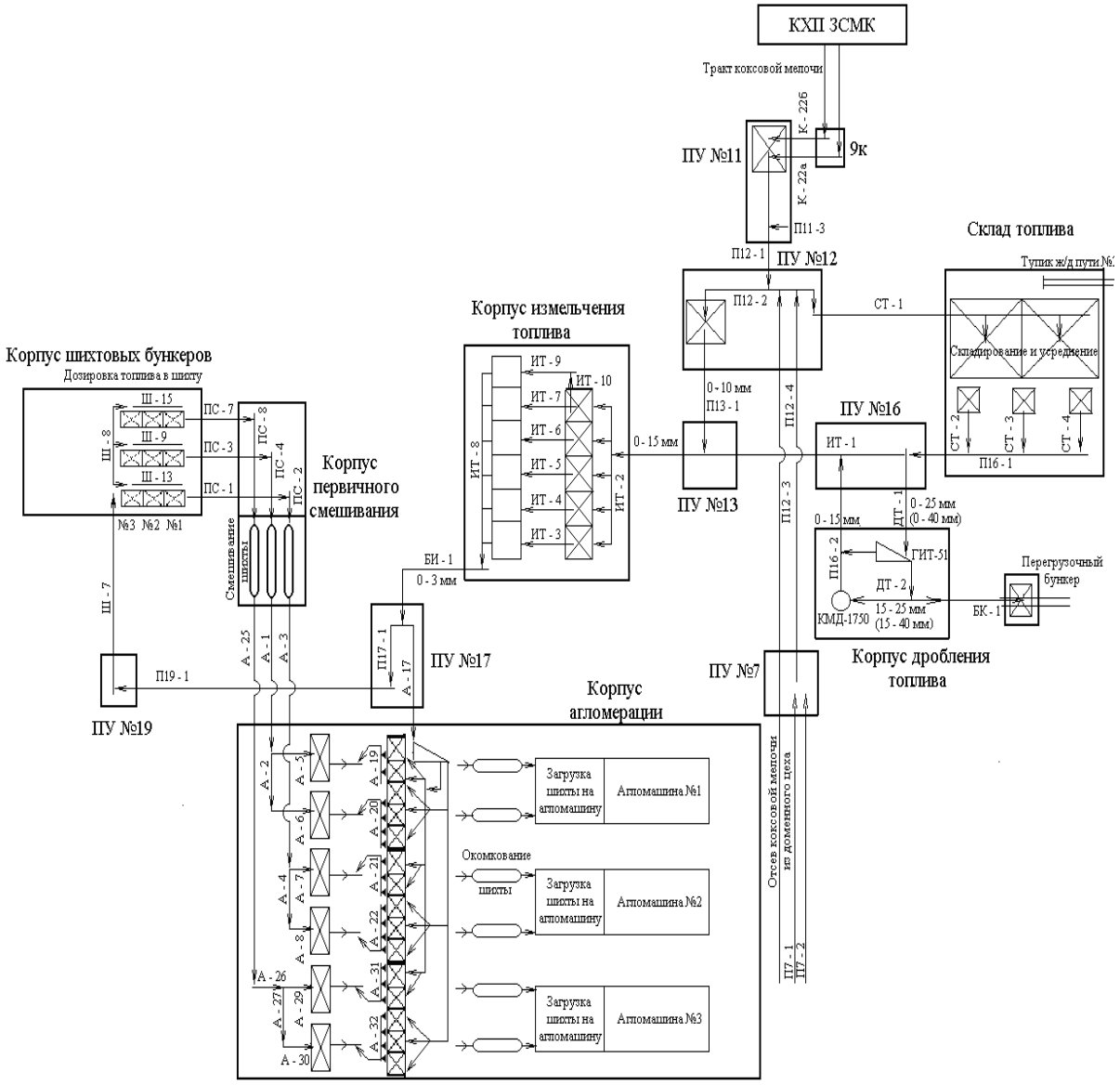


Рисунок 4 – Схема подготовки и подачи твёрдого топлива (после реконструкции)

Внедрение вышеописанной технологии на аглофабрике ОАО «ЗСМК» позволит снизить удельный расход твёрдого топлива при производстве агломерата на 4 % (отн.) при сохранении показателей процесса спекания и качества агломерата на уровне базовой технологии, уменьшить

выбросы диоксида углерода (на 4777 т/год), оксидов азота (на 117 т/год) в атмосферу.

Ожидаемый годовой экономический эффект за счёт снижения удельного расхода твёрдого топлива и выбросов вредных веществ в атмосферу составит более 12,6 млн. руб.

Выбор технологии агломерации с повышенным или оптимальным расходом топлива, разделённого по фракциям, в конкретных шихтовых условиях будет определяться производственной загрузкой оборудования и требованиями к качественным характеристикам товарного агломерата.

Выводы

1. Отсев фракции менее 0,5 мм (с соответствующим перераспределением гранулометрического состава в сторону увеличения эквивалентного диаметра частиц) из коксовой мелочи верхнего слоя шихты приводит к снижению удельной производительности аглоустановки за счёт падения вертикальной скорости спекания; при этом повышается выход годного агломерата, улучшаются качественные характеристики агломерата (механическая прочность агломерата на удар и истирание).

2. Оптимизация содержания топлива в шихте при разделении его по фракциям позволяет сохранить показатели процесса спекания и качество агломерата на уровне базовой технологии, снизить выбросы вредных веществ (CO_2, NO_X) в атмосферу при производстве агломерата.

Библиографический список

1. Мищенко И.М. Возможности кардинального сокращения пылевых и газовых выбросов в агломерационном производстве предприятий чёрной металлургии Украины / И.М. Мищенко // Сб. науч. ст. XIII межд. науч.-практ. конф. «Экология и здоровье человека. Охрана воздушного и водного бассейнов. Утилизация отходов», г. Щёлкино, АР Крым, 6 – 10 июн., 2005. В 2-х т. – Харьков: Райдер, 2005. – Т. 1. – С. 271 – 275.
2. Коротич В.И. Агломерация рудных материалов / В.И. Коротич, Ю.А. Фролов, Г.Н. Бездежский. – Екатеринбург: Изд. УГТУ – УПИ, 2003. – 400 с.
3. Одинцов А.А. Использование отходов коксового цеха в агломерационно-известковом производстве ОАО «ЗСМК» / А.А. Одинцов, В.А. Долинский // Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе: сб. докл. Второй межд. науч. – практ. конф. – Новокузнецк, 8 – 10 окт. 2008. – Новокузнецк: Изд. СибГИУ, 2008. – С. 215 – 222.
4. К вопросу о крупности агломерационного топлива / Г.Г. Ефименко [и др.] // Изв. вузов. Чёр. металлургия. – 1969. – № 4. – С. 23 – 26.
5. Kodama Takuma. Взаимосвязь реакционной способности топлива и его крупности при агломерации / Takuma Kodama // Tetsu to hagane = J. Iron and Steel Inst. Jap. – 1982. – 68, № 4. – С. 36.; // Металлургия: РЖ / ВИНИТИ. – 1982. – 11 В71.

6. Влияние твёрдого топлива на выбросы монооксида углерода и оксида азота при агломерации / М.Ф. Витущенко [и др.] // Сталь. – 2007. – № 8. – С. 18 – 21.
7. Vidal R. Использование разнообразных видов энергии и её экономия в агломерации / R. Vidal, G. Meunier, A. Poos // Revue de Metallurgie. – 1981. – 78, № 10. – С. 765 – 773.; // Металлургия: РЖ / ВИНИТИ. – 1982. – 6 В89.

УДК 504.75

ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ГАЗООБРАЗНЫХ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

МЕДВЕДСКАЯ О.О., ПАВЛОВИЧ Л.Б.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Металлургическое производство является значительным источником выбросов в атмосферу газообразных токсичных веществ – полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), в том числе бенз(а)пирен (БП) и диоксинов. Характерными особенностями выбросов черной металлургии являются: запыленность, значительные объемы отходящих газов, низкая концентрация загрязняющих веществ и многокомпонентность состава. Наиболее перспективными методами очистки от такого типа выбросов считаются методы каталитической очистки, использование которых в металлургии проблематично из-за дороговизны, дефицита катализаторов и наличия в выбросах различных контактных ядов для катализаторов. Создание на базе шлаков металлургического производства дешевых, доступных, термостойких, механически прочных собственных в черной металлургии катализаторов и каталитических процессов очистки металлургических выбросов является актуальной задачей.

Цель работы – очистка газообразных выбросов металлургического производства от ПАУ и БП и утилизация отходов – металлургических шлаков, которые могут использоваться в качестве катализаторов глубокого окисления.

Исследования металлургических шлаков в качестве катализаторов обусловлено их химико-минералогическим составом и физико-механическими свойствами. Разнообразные нарушения поверхности шлака резко увеличивают адсорбционно-активную поверхность, а следовательно, и число адсорбционных и каталитических центров. Шлаки имеют неоднородную структуру с крупными порами диаметром около 10^{-5} – 10^{-4} см, которая является особенно выгодной для каталитических реакций, проте-

кающих при атмосферном давлении. Механическая прочность шлаков превышает в 4-5 раз механическую прочность оксидных катализаторов. Высокая температура плавления (1100 – 1400°С) позволяет выдерживать температурные нагрузки, не меняя структуры и химического состава шлаков. При этом по химическому составу шлаки представляют собой оксиды металлов (Fe_2O_3, FeO, MnO, V_2O_5, Cr_2O_3 и тд), каталитически активные в процессах глубокого окисления.

Известные физико-химические характеристики шлаков позволяют использовать их в качестве катализаторов глубокого окисления. В реакциях глубокого окисления исследованы практически все отвальные и передельные шлаки производств черной металлургии СНГ: доменные, конвертерные, мартеновские, электросталеплавильные, феррохромовые, ферромарганцевые, феррованадиевые и др.

Испытана каталитическая активность шлаков при глубоком окислении в лабораторных условиях на модельных смесях соединений различных типов, присущих выбросам металлургического производства: CO, H_2S, различных ароматических соединений: моноциклических – бензол, толуол, о-ксилол; бициклических – нафталин, β-метилнафталин; гетероциклических азотсодержащих – индол, хинолин; кислородосодержащих – фенол, фталевый и малеиновый ангидриды; непредельных – инден. В качестве алифатических углеводородов испытаны: циклогексанон, этилацетат, ацетон. В качестве многоядерных ароматических углеводородов выбраны для испытаний пековые дистилляты – пары конденсации паровоздушных выбросов установок производства электродного пека. Выбор такого сырья обусловлен тем, что по составу пековые дистилляты соответствуют наиболее токсичным выбросам смолоперерабатывающего и пекового цехов коксохимического производства (КХП) [1, 2].

В результате исследований установлена каталитическая активность металлургических шлаков в реакциях глубокого окисления к различным классам химических веществ; разработаны технические режимы проведения очистки выбросов, характерных для металлургической промышленности. Были выявлены приемлемые для промышленного использования катализаторы и носители катализаторов – ими являются два типа шлаков: отвальные: конвертерные, мартеновские; передельные: феррохромовые, феррованадиенвые.

По результатам исследований разработан следующий технический режим очистки выбросов: температура 450-550°С, объемная скорость (объем очищенных газов на единицу объема катализатора) – 5-10 тыс $м^3$ на 1 $м^3$ катализатора, при концентрации вредных выбросов до 10-12 г/$м^3$.

Выявлены следующие пути использования шлаков, как катализаторов очистки выбросов:

1) шлак – катализатор первого слоя для удаления контактных ядов и

смолистых веществ с целью сохранения каталитической активности катализатора из благородных металлов второго слоя;

2) шлак – катализатор очистки кислых выбросов, например, производства фталевого ангидрида;

3) шлак – носитель окисных катализаторов для каталитической очистки всех типов выбросов глубоким окислением;

4) каталитическая очистка топливных газов от сажи.

Первое направление использования шлаков в послойной загрузке отработано в лабораторных и промышленных условиях. Это направление особенно важно для черной металлургии, так как может быть использовано для очистки высокотоксичных выбросов, содержащих канцерогенные вещества, ПАУ, в том числе БП. Такого типа выбросы в черной металлургии характерны в основном для производства пека, пекового кокса, смолосмолоперерабатывающих цехов коксохимического производства.

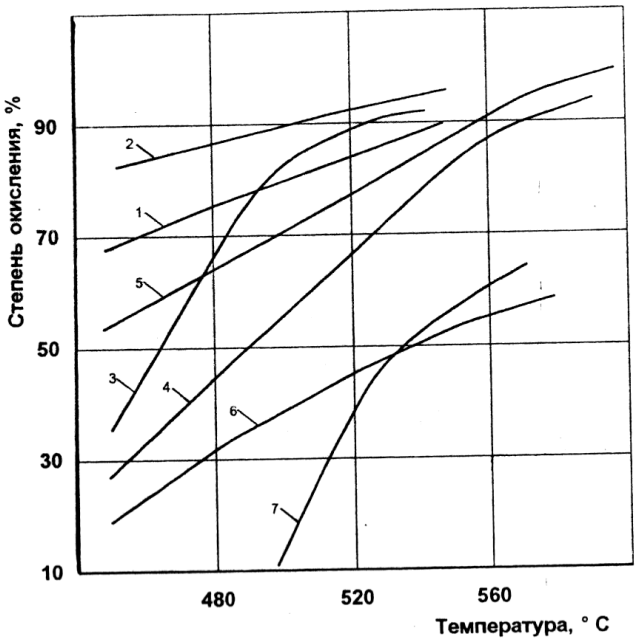
Испытания по окислению многоядерных соединений проводили на парах пековых дистиллятов при наличии и отсутствии H_2S (2-7 г/м^3), по окислению H_2S на шлаках при однослойном контакте и при загрузке в реактор двух слоев катализатора: в первый по ходу газа слой один из шлаков, во второй – алюмоплатиновые катализаторы марок АП-56 и КР-101 в соотношении 1 : 1 = 2 : 1. Аналогичные эксперименты проводили при загрузке в реактор одного слоя алюмоплатинового катализатора. Все исследования проводили в интервале температур 280-650°С.

При загрузке в реактор одного слоя алюмоплатинового катализатора при температуре 450°С, объемной скорости 20 тыс.ч$^{-1}$, в отсутствии H_2S в реакционной смеси наблюдалась степень превращения паров пековых дистиллятов в CO_2 – 100%, но в присутствии H_2S степень превращения органических соединений снижалась до 46% через 10 мин после пуска и до 10% через 20 мин. При очистке воздуха от паров пековых дистиллятов в двухслойном контакте при понижении температуры ниже 450°С до 420°С степень окисления снижалась, с увеличением температуры до 450°С увеличивалась до 100%.

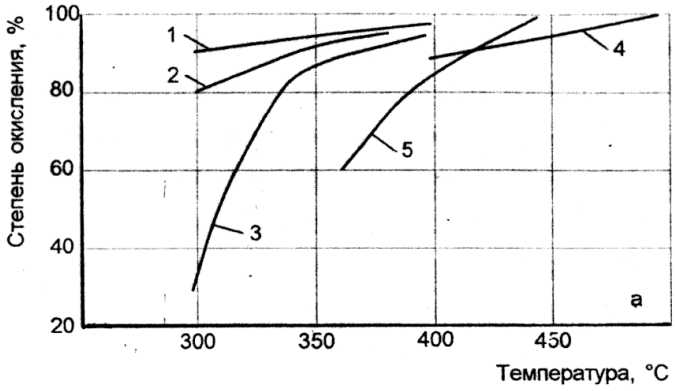
В промышленных испытаниях для очистки выбросов пекоподготовки пекококсового цеха использован двухслойный контакт: ванадиевый шлак Нижне-тагильского металлургического комбината фракции 3-5 мм и отработанный катализатор риформинга марки КР 101 в соотношении 1 : 2 в термокаталитическом реакторе конструкции Дзержинского филиала НИИОГАЗ. Степень очистки выбросов от органических веществ составляла 85-96%, при их остаточном содержании в очищенном газе 0,15 г/м^3. Содержание бенз(а)пирена до очистки составляло 65-270 мкг/м^3, после очистки – 1,75-34,5 мкг/м^3 соответственно, степень очистки – 97,3-87,3% [3].

Второе направление использование шлаков черной металлургии в качестве катализаторов для очистки кислых выбросов исследовано на реальных отработанных газах цеха фталевого ангидрида (ФА) ОАО «ЗСМК». Выбор обусловлен тем, что выбросы цеха фталевого ангидрида КХП составляют около 40-80 тыс $м^3$/ч и содержат ФА, малеиновый ангидрид, нафталин, СО и канцерогенные вещества типа 1-4-нафтохинона и лакриматоры – полициклические окисленные ароматические углеводороды. Испытаны практически все шлаки черной металлургии и рядовые отвальные и передельные шлаки не только России, но и все типы марганцевых шлаков Никопольского и Зестафанского заводов ферросплавов. Результаты испытаний представлены на рисунках 1 и 2. На основании испытаний разработана технология каталитической очистки отходящих газов фталевого ангидрида. Технологическая схема каталитической очистки отходящих газов производства фталевого ангидрида (ФА) представлена на рисунке 3.

По третьему направлению использования шлаковых катализаторов разработаны технологии каталитической очистки газообразных выбросов ряда цехов КХП с применением шлаковых катализаторов для установки сухого тушения кокса (УСТК) для ОАО «ЗСМК», для смолоперерабатывающего цеха (СПЦ) в различных вариантах для ОАО «ЗСМК», ОАО «Алтай-Кокс».

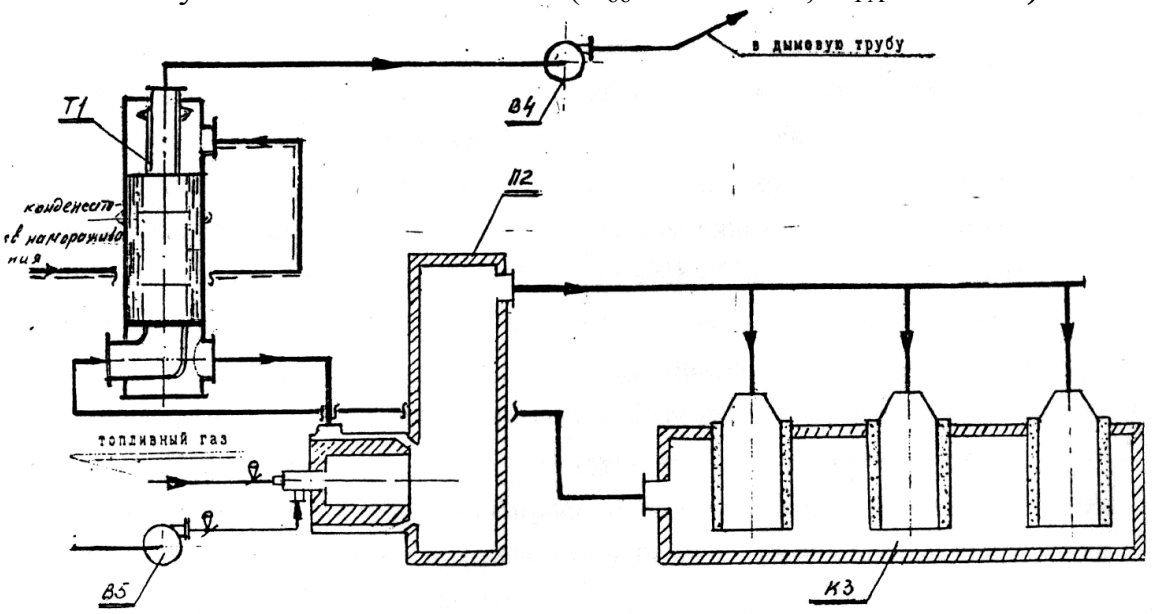


1 – доменный ЗСМК; 2 – мартеновский НкМК; 3 – мартеновский ОХМК; 4,5 – электросталеплавильный НкМК; 6 – керамические кольца; 7 – кварц.
Рисунок 1 – Зависимость степени глубокого окисления ФА от температуры на шлаках черной металлургии ($C_{ФА}$=8-12 г/$м^3$, $V_{об}$=12 тыс. $ч^{-1}$):



1 – шлаковый катализатор РШМ К-10; 2-4 – оксидные катализаторы НТК-4, НТК-9 и ИК-12-80 соответственно; 5 – ВШК-4.

Рисунок 2 – Окисление ФА ($V_{об}$=12 тыс.ч$^{-1}$, $C_{ФА}$=5-8 г/м^3)



Т1 – теплообменник; П2 – топка; К3 – каталитический реактор; В4 – вентилятор.

Рисунок 3 – Принципиальная схема установки высокотемпературной каталитической очистки отходящих газов производства фталевого ангидрида:

Для черной металлургии в качестве носителя катализаторов рекомендованы рядовые мартеновский Кузнецкого металлургического комбината (КМК) и конвертерный (ОАО «ЗСМК») шлаки, активированные выщелачиванием водным раствором щавелевой кислоты и промотированные в количестве 6 – 12 % (массовые доли) оксидами металлов (Co_3O_4, $CuCo_2O_4$, $CuCr_2O4$). Размер гранул катализаторов для стационарного слоя 3 – 5 мм; механическая прочность 30 кг/частица; насыпная плотность 1,7 – 1,9 г/см^3. Примерная технологическая схема установки высокотемпературной каталитической очистки отходящих газов цеха переработки каменноугольной смолы представлена на рисунке 4.

Установка включает в себя следующие оборудование: каталитический реактор с топочным устройством и встроенным рекуператором, экономайзер ЭБ 1 – 330 И, два дымососа ДН–8, два вентилятора ВР–12–26–4, огнепреградитель, газоходы, трубопроводы, арматуру, систему КИПиА, электрооборудование, дымовую трубу.

Контактные газы, собранные в коллекторную систему с температурой 70-90°С, по обогреваемому трубопроводу (температура на стенках трубопровода должна быть не менее 150 °С) поступают с помощью вентилятора в термокаталитический реактор,снабженный топочным устройством, где органические вещества подвергаются глубокому каталитическому окислению в слое катализатора. При окислении температура газов в реакторе поддерживается 500 ÷ 550°С, в при дополнительной подаче воздуха. В качестве источника для нагрева очищаемого газа используется коксовый газ, поступающий в циклонную топку, температура в которой 700°С.

После термокаталитического реактора и охлаждения во встроенном рекуператоре очищенные контактные газы с температурой 380°С по трубопроводу поступают в экономайзер, где отдают тепло технической воде и охлаждаются до температуры 200°С. Из экономайзера очищенные газы удаляются при температуре 90°С дымососам и выбрасываются через дымовую трубу в атмосферу. Предусмотрен подсос воздуха до дымососа. Подача воздуха на горение топливного газа осуществляется дутьевым вентилятором. Также в случае повышения температуры на выходе из контактного аппарата предусмотрен дополнительный подсос воздуха до экономайзера.

Термокаталитический реактор НПО «Энергосталь» содержит размещенную по его оси центральную трубу, в нижней части которой находится циклонная топка, снабженная патрубком для входа газов. Средняя часть центральной трубы через отверстия сообщается с межтрубным пространством теплообменника и имеет регулирующее устройство.

Корзина с катализатором может подвергаться воздействию температур до 600°С, поэтому она выполняется из жаростойкой нержавеющей стали. Корпус аппарата и печи, трубопровод от печи до контактного аппарата футерован огнеупорным кирпичом.

Объемная скорость процесса очистки газа рекомендуется 3 тыс.$ч^{-1}$, объем загрузки медно-кобальтого шлакового катализатора 1 $м^3$. Гидравлическое сопротивление слоя катализатора высотой 150 мм при 20°С составляет 461 Па, при 500 - 550°С 1,13 кПа (при линейной скорости 0,54 м/с). Степень очистки от ПАУ, в том числе БП, в каталитическом реакторе – 97%.

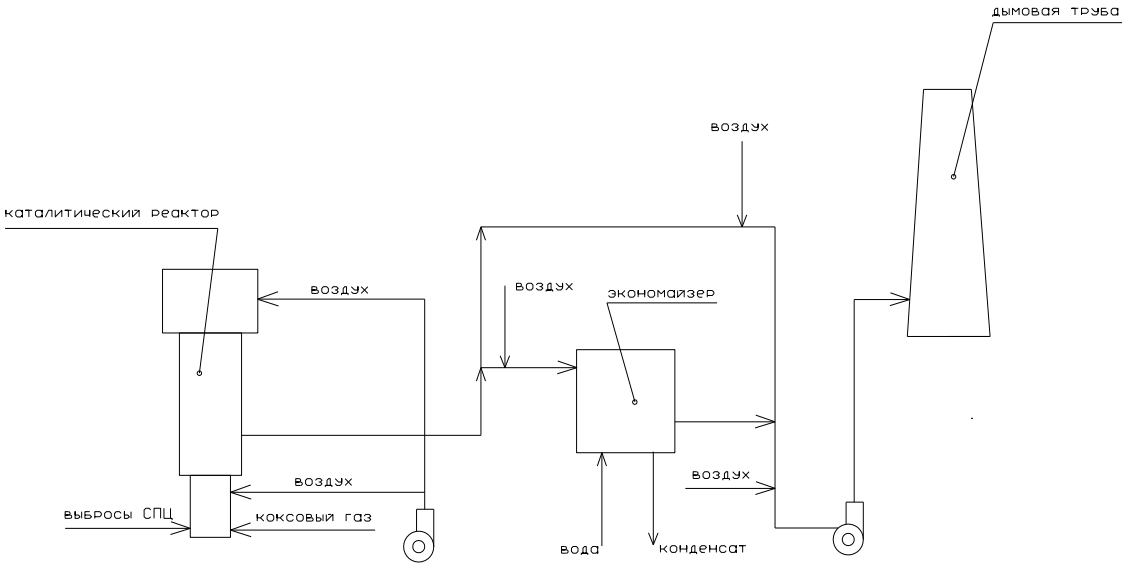
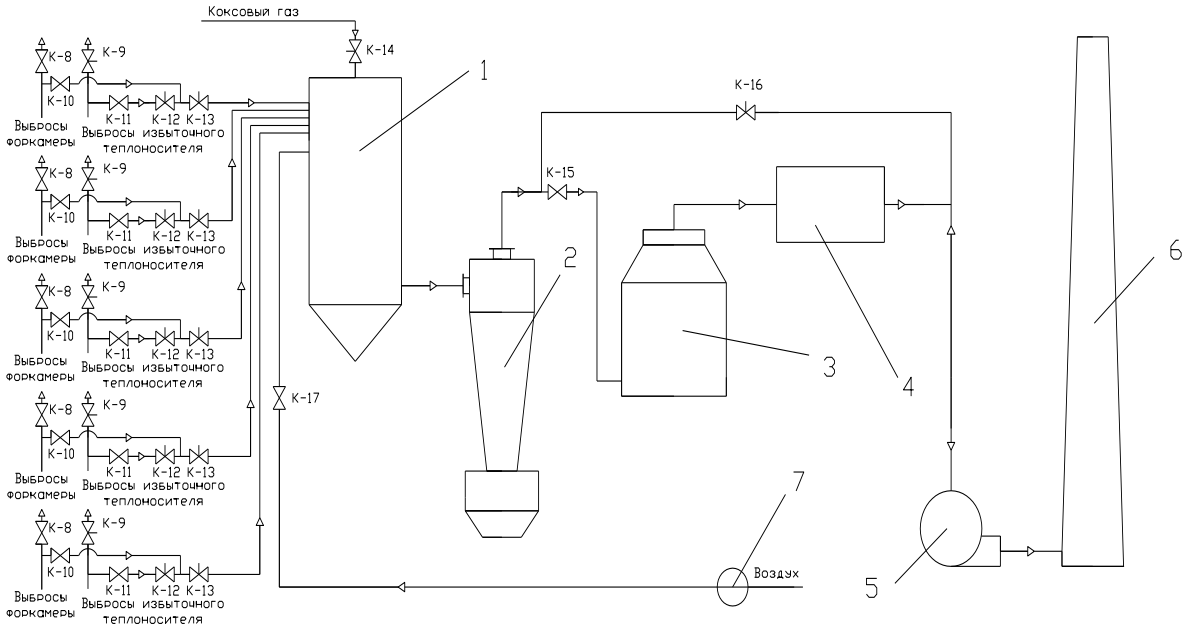


Рисунок 4 – Принципиальная технологическая схема высокотемпературной
каталитической очистки отходящих газов пекового отделения СПЦ.

Особенность технологической схемы очистки выбросов установки сухого тушения кокса заключается в объединении выбросов избыточного газового теплоносителя с выбросами свечи форкамеры всех блоков в один коллектор и глубоком каталитическом окислении горючих газообразных компонентов в кипящем слое катализатора с последующей пылеочисткой. Технологическая схема очистки выбросов УСТК представлена на рисунке 5.

Реактор работает в автотермическом режиме, т.е. без дополнительного подогрева, за счет тепла, выделяющегося при сгорании оксида углерода и водорода, содержащихся в сбросном газе. Когда концентрация этих газов недостаточна (из-за цикличности работы блоков УСТК), в циклонную топку добавляется необходимое количество коксового газа.

Выбросы форкамеры и избыточного теплоносителя первоначально объединяются в отдельности для каждого блока, затем данные потоки поступают в циклонную топку, где происходит частичное сгорание оксида углерода и водорода. После топки газы подаются в циклон для очистки от пыли, затем поступают в каталитический реактор со стационарным слоем катализатора, где происходит полное окисление горючих компонентов выбросов и после охлаждения в котле-утилизаторе через дымовую трубу сбрасываются в атмосферу.



1 – циклонная топка; 2 – циклон; 3 – каталитический реактор; 4 – котел–утилизатор; 5 – дымосос; 6 – дымовая труба; 7 – компрессор; К-8 – К-17 – регулирующие клапана

Рисунок 5 – Технологическая схема очистки выбросов УСТК в реакторе со стационарным слоем шлакового катализатора

В реакторе происходит каталитическое дожигание горючих газообразных компонентов выбросов при температуре 500–550ºС. Очищенные от оксида углерода, углеводородов, в том числе бенз(а)пирена, газы поступают в межтрубное пространство котла-утилизатора где охлаждаются, отдавая тепло воде. Охлажденные до 200ºС газы через дымовую трубу сбрасываются в атмосферу.

Во время цикличных остановок в выдаче кокса содержание горючих компонентов в выбросах снижается до нуля. Поэтому для поддержания в реакторе рабочей температуры предусматривается дополнительная подача коксового газа в каталитический реактор через циклонную топку. Дозировка коксового газа осуществляется автоматически с помощью регулирующего клапана (К-14).

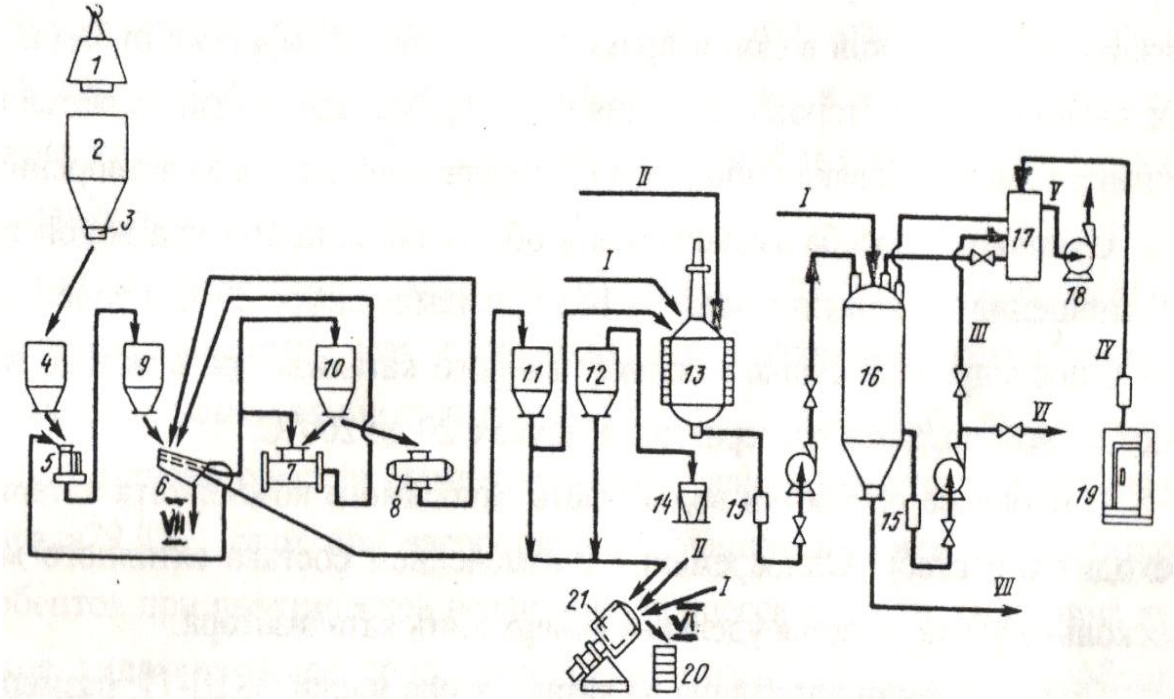
Для поддержания гидравлического режима УСТК предусматриваются следующие технические решения. Давление в общем коллекторе поддерживается постоянным за счет регулируемого при помощи регулирующего клапана (К-16) расхода очищаемого газа подаваемого на рециркуляцию и общего расхода выбросов регулируемого регулирующим клапаном (К-15). Давление в коллекторе, объединяющем выбросы форкамеры и избыточного теплоносителя для каждого блока, поддерживается на уровне, не превышающем давление в накопительной камере. Давление избыточного теплоносителя после дымососа регулируется при помощи регулирующего клапана (К-12).

Окисление органических веществ происходит на катализаторе медно-кобальтовом на рядовом металлургическом шлаке марки РШМК–6, объемная скорость процесса составляет 10 тыс.ч$^{-1}$, объем загрузки шлакового катализатора 2 м^3. Гидравлическое сопротивление слоя катализатора высотой 200 мм при 20°С составляет 461 Па, при 350°С 1,13 кПа (при линейной скорости 0,54 м/с). Степень очистки от органических веществ в каталитическом реакторе – 99 %.

Разработана технология получения шлаковых катализаторов на базе шлаков черной металлургии.

Процесс производства шлаковых катализаторов состоит из следующих стадий: подготовки шлака требуемого фракционного состава; обкатки шлака; активации шлака методом выщелачивания; промотировании активированного или исходного шлака оксидами переходных металлов с последующей сушкой и прокаливанием.

Технологическая схема опытно-промышленной установки производительностью 40 т шлакового катализатора в год представлена на рисунке 6.



1 – контейнер; 2,4,9-12 – бункеры; 3 – затвор; 5 – дробилка; 6 – грохот; 7,8 – мельницы; 13 – аппарат для активации; 14 – контейнер-тележка; 15 – фильтр; 16 – отстойник; 17 – ловушка; 18 – вентилятор; 19 – электропечь; 20 – прокалочная тележка; 21 – реактор; I – реактивы; II – техническая вода; III – раствор после промывки; IV – газы после прокалки; V – очищенный воздух; VI – к потребителю; VII – мелочь в отходы

Рисунок 6 – Технологическая схема полузаводской установки по производству опытных партий шлаковых катализаторов:

Исходный шлак привозится в контейнерах и разгружается в бункера исходного шлака. Из бункеров подается в щековую дробилку, где дробится

до фракции 3-5 мм, рассеивается на грохоте, обкатывается в течение 1-2 часов. Обкатанный шлак рассеивается на грохоте, образовавшаяся в процессе обкатки мелочь поступает в отходы, а шлак фракцией 3-5 мм подается на активацию. Активация производится в аппарате (13), снабженном мешалкой и электрообогревом в растворе соляной или щавелевой кислоты, при перемешивании, температуре 50ºС. Активированный шлак подвергается промывке при перемешивании водой в течение 1 часа, промывная вода подается в отстойник. Промытый шлак поступает на прокаливание в электропечь, прокаливается в течение 2-3 часов при температуре 300-350ºС. Полученные активированные выщелачиванием шлаки далее активируются промотированием методом пропитки при соотношении пропиточного раствора и шлака, равным 1:1 (по объему). В кварцевую чашу вращающегося реактора подаются растворы химических реактивов и загружается шлак. Пропитка осуществляется в интервале температур 70-90ºС в течение 2-24 часов. Шлак с нанесенным активным компонентом прокаливается в электропечи. Таким образом, разработана технология производства термостойких, механически прочных катализаторов на базе отходов производства.

Преимущество применения шлаковых катализаторов подтверждают технико-экономические расчеты. Капитальные вложения в установку с высокотемпературным процессом (500-580ºС) на шлаковом катализаторе в 4,6 раза, а эксплуатационные в 2,9 раза меньше, чем при очистке тех же выбросов с низкотемпературном процессе «КАТОКС» датской фирмы «ХАЛЬДОР ТОПСЕ А/О». Кроме того, данные доступные катализаторы и разработанные технологические процессы позволяют очищать наиболее токсичные выбросы металлургического производства, которые в настоящее время не обезвреживаются.

Библиографичский список

1. Салтанов А.В., Андрейков Е.И. Катализаторы глубокого окисления на основе металлургических шлаков // Журн. Химия в интересах устойчивого развития. 2000. №3. С. 411-416.
2. Павлович Л.Б., Медведская О.О. Исследование каталитической активности рядовых отвальных шлаков черной металлургии // Журн. Известия ВУЗ Черная металлургия. 2010. №6. С. 11-15.
3. Павлович Л.Б., Протопопов Е.В., Коротков С.Г. Каталитические процессы очистки выбросов металлургического производства: Учеб. пособие. Под ред. д-ра техн. наук Л.Б. Павлович / СибГИУ – Новокузнецк, 2008. – 169 с

УДК 669.162.12:622

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ

Павловец В.М., Иванов М.В., Павловец П.В.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Железорудные окатыши, наряду с агломератом, являются основным металлургическим сырьем для производства передельного чугуна (30-90 % в шихте доменной плавки) и металлизованных брикетов, применяемых для выплавки электростали [1, 2]. К окатышам, используемым для металлизации, предъявляют повышенные требования по содержанию железа и пустой породы, химическому и минеральному составу, прочностным свойствам, восстановимости, грансоставу и др. Поэтому любое изменение вещественного, химического и гранулометрического составов исходной шихты после введения в неё тонкодисперсных промышленных отходов и различных добавок, требует внесения корректив в технологический и теплотехнический режим производства окатышей. После обжига сырья необходимо исследование металлургических, преимущественно прочностных, свойств окатышей.

Для стабильного получения сырых окатышей используют железорудную шихту, включающую железосодержащие шламы, отходы, флюсующие и связующие добавки, с частицами крупностью менее 0,074 мм (93-96 %) [2]. Главное требование по фракционному составу шихты продиктовано трудностью окомкования (формообразования) грубодисперсных шихтовых материалов, коэффициент комкуемости у которых составляет менее 0,5, а прочность сырых окатышей не превышает 10 Н/окатыш. Окатыши с низкой прочностью более предрасположены к трещинообразованию при транспортировке и сушке окатышей, что напрямую влияет на качество обожженных окатышей и поведение их в доменной печи.

Окатыши удовлетворительной прочности можно получить при грубом помоле концентрата до крупности, равной 0,2 мм [2]. Основное условие для таких шихт при окомковании является замена воды на более эффективные и дорогостоящие связующие. Это растворы жидкого стекла, сульфит-дрожжевая бражка, известковое молоко и др. [3]. Возможность снижения себестоимости окатышей привела к использованию в качестве связующего отходов теплоэнергетики, химической, металлургической и пищевой промышленности. В частности, применяя отходы сахарной патоки при окомковании, можно получить после обжига окатыши прочностью более 300 кг/окатыш [4]. Используя связующие необходимо учитывать, что их добавки снижают содержание железа в окатышах и часто приводят к необходимости уменьшения максимальных температур обжига [2]. По этой причине широко распространенный бентонит, вводимый в количестве

1,0-1,5 % в железорудную шихту, предлагается заменять синтетическим связующим в количестве 0,1-0,2 % [5]. В США разработали комбинированные связующие на основе кальцинированной соды, позволяющие снизить содержание связки в шихте до 0,5 кг/т. В Швеции бентонит заменяют хлоридами кальция и железным купоросом [6].

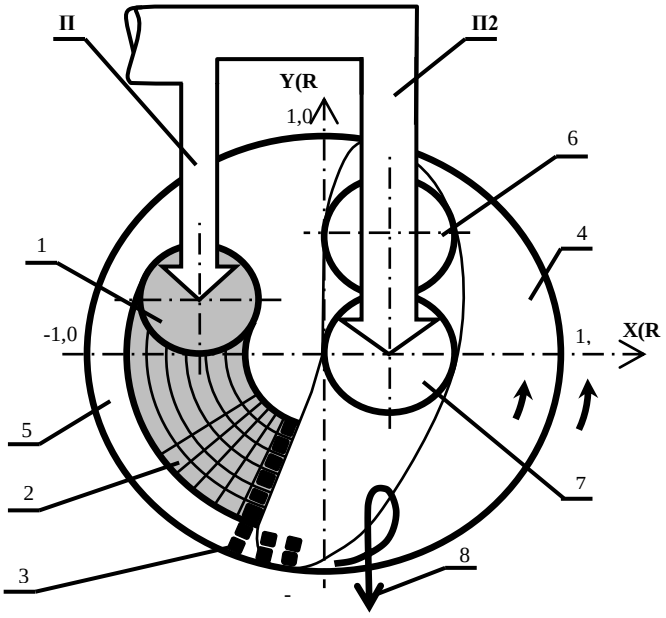
Частичная замена дорогостоящего концентрата железосодержащими отходами металлургического производства позволяет снизить себестоимость окускованного сырья. В шихте окатышей применяют металлургические шлаки [2], бокситовые красные шламы [7] и другие железосодержащие материалы. Причем в работе [7] выявили способность бокситового красного шлама повышать горячую прочность окатышей.

Использование топливных добавок в шихте окатышей (измельченный уголь, шламы углеобогащения, тканевые и волосяные нити, древесные опилки [2, 8]) позволяет реализовать теплотехнические преимущества топлива, находящегося в структуре окатышей, при их обжиге [2]. Снижается расход более дорогостоящего природного газа, уменьшается длительность термообработки за счет внутреннего источника тепловыделения. Однако при использовании угля и углеродсодержащих шламов снижаются комкующие свойства шихты, что ограничивает производительность окомкователя. Кроме этого, при обжиге углеродсодержащих окатышей появляется опасность появления спеков за счет плавления шлаковой связки, что требует тщательного подбора теплотехнического режима спекания. По этой причине содержание углеродсодержащих добавок в шихте окатышей не превышает 1-2 % [2]. Лабораторным путем установили что, применение измельченных до крупности 0,1 мм частиц растительного происхождения (древесные частицы, растительная мука) в количестве 1-2 % практически не ухудшает процесс окомкования железорудной шихты, поскольку некоторые из них (например, хвойные) проявляют связующие свойства, усиливающиеся во влажной среде. Сухие стеблевые растительные отходы, измельченные до игольчатого состояния после обжига окатышей способны сформировать особую поровую структуру окатышей, содержащих капиллярные каналы с минимальной извилистостью, что при последующем восстановительном обжиге повышает степень металлизации сырья.

Использование органических отходов сельскохозяйственного производства на зарубежных фабриках окомкования происходит преимущественно при совестном сжигании природного газа, нефти и измельченных отходов (древесная щепа, стебли кукурузы) в специальных форкамерах [9]. Структура и минеральный состав окатышей при этом не меняются. Недостатком технологии является необходимость более глубокой очистки горновых газов от зольных частиц, образовавшихся после горения органических отходов.

Основной лимитирующей стадией производства окатышей, содержащих железорудные отходы производства, является процесс окомкования, реализуемый в барабанных и тарельчатых окомкователях [1, 2, 10].

Чтобы исключить ограничения по использованию труднокомкуемых сыпучих отходов в процессе окомкования предложено использовать принудительное зародышеобразование, осуществляемое методом напыления влажной шихты на донный гарнисаж сжатым воздухом [11, 12]. Схема принудительного зародышеобразования реализуется с помощью устройства, показанного на рисунке 1.



1 – область напыления (напыленный слой); 2 – область принудительного зародышеобразования; 3 – зародыши; 4 – рабочая зона; 5 – холостая зона окомкователя; 6 – область увлажнения; 7 – область доокомкования; 8 – годные окатыши

Рисунок 1 – Схема получения окатышей на основе принудительного зародышеобразования

Особенностью технологии является принудительное зародышеоразование, которое реализуется в холостой зоне тарельчатого окомкователя, занимающей около 50 % всей площади агрегата. Формирование окатышей комбинированным способом по схеме: зародышеобразование напылением шихты сжатым воздухом и доокомкование зародышей (ЗНД) начинается с принудительного зародышеобразования в холостой зоне тарели и получения зародышей с пониженным содержанием влаги [11, 12]. Для этого загружаемая шихта делится на два потока П1 (20-30 % от всей загружаемой массы шихты) и П2. Для принудительного зародышеобразования используется шихта потока П1, содержащая труднокомкуемые добавки, которая напыляется сжатым воздухом на шихтовый гарнисаж окомкователя. Толщина напыленного слоя шихты составляет 8-10 мм, после чего его делят специальными делителями на прочные мерные фрагменты, выполняющие роль зародышей. Согласно указанной схеме, зародыши поступают в рабочую зону тарели, где они движутся первоначально в восходящем, а затем в

нисходящем слое комкуемых материалов. В последнем слое происходит избирательное увлажнение поверхности зародышей, после чего на неё накатывается влажная шихта потока П2, необходимая для образования шихтовой оболочки окатыша и формирования кондиционных окатышей размером 14-16 мм (рисунок 1). Эта схема получения окатышей позволяет повысить шихтовую нагрузку на окомкователь на 20-30 % и получать двухслойные по минеральному и поровому составу окатыши. При этом режиме окомкования скорость формирования зародышей по методу принудительного зародышеобразования на порядок выше скорости зародышеобразования при перекате шихты по традиционной технологии. Процесс напыления менее чувствителен к фракционному и минеральному составу шихты и достаточно эффективно протекает с частицами размером до 0,5 мм и влажностью 6-8 %. Напыление шихты, содержащей тонкоизмельченный уголь или древесные опилки, по этой технологии позволяет получать зародыши, содержащие до 6 % топливных добавок.

Эксперименты проводили на лабораторном окомкователе с нарощенными бортами диаметром 1,0 м, наклоненном под углом 45° к горизонту. Напыляемая шихта влажностью 8,4 % содержала концентрат Тейского месторождения и 1% бентонита. В качестве основы для напыления использовали шихтовый гарнисаж влажностью 4-6 % и плотностью 2575 кг/м^3, сформированный на днище лабораторного окомкователя. Влажную шихту на основе Тейского железорудного концентрата напыляли сжатым воздухом давлением 0,2 МПа и расходом 0,6 м^3/мин. Коэффициент напыления шихты на гарнисаж К, %, вычисляли по отношению массы напыленного слоя к массе шихты, загружаемой в струйный аппарат. После определения диаметра d, мм, и высоты h, мм, напыленного слоя его делили механическими делителями на мерные фрагменты (зародыши) по форме, близкой к сферокубам, размеры граней которого составляли около 10 мм. Прочность на сжатие и плотность зародышей исследовали с помощью образцов, вырезанных из них методом режущего кольца (ГОСТ 5180-84). Для этого, в центральной зоне напыленного слоя, ограниченной относительным диаметром, равным 0±0,2, брали 10-15 образцов специальными пробоотборниками (режущим кольцом) диаметром 10 мм, высоту которых (5-10 мм) подбирали экспериментально. Определения прочности на сжатие влажных – $П_{вл}$ и сухих – $П_{сух}$, кПа, образцов выполняли по ГОСТ 17245-79 и 26447-85. Другая часть проб использовалась для определения плотности $\rho_{ВЛ}$, кг/м^3, и влажности образцов W, %. Взвешивание материалов проводили на электронных весах VIBRA серии AF – R220 CE (Япония).

Целью экспериментов было определение прочности на сжатие и плотности влажных зародышей, коэффициента напыления в зависимости от расстояния до шихтового гарнисажа, расхода шихты в струйном аппарате и размеров частиц напыляемой шихты.

Установили, что диаметр напыленного слоя и высота на его оси в наибольшей степени зависят от расстояния L, м, до напыляемой основы. Диаметр напыленного слоя шихты увеличивается от 60 мм до 350 мм при

росте L от 0,1 до 1,0 м и определяется углом раскрытия струи (α=20º). Расчетные значения диаметра составляют 66 и 390 мм при d_C=0,03 м. Повышенная шероховатость напыляемой основы (у шихтового гарнисажа она зависит от размера частиц и плотности) и рост влажности шихты с 4 до 9 % увеличивают диаметр и высоту напыленного слоя на 10-15 %.

Предварительное формирование шероховатости гарнисажа, осуществляемое, например, очисткой его на окомкователе, способно интенсифицировать процесс напыления. Частицы глубоко внедряются в деформированный гарнисаж и напыляются на его поверхность. Поэтому напыленный слой шихты имеет прочное механическое сцепление с влажной шихтовой основой.

Геометрические параметры напыленного слоя (d, h) зависят от расхода шихты $G_ш$, г/с. Установили, что с ростом $G_ш$ от 15 до 90 г/с диаметр и высота напыленного слоя увеличиваются на 12-16 %.

Было установлено, что коэффициент напыления шихты зависит от расстояния до напыляемой основы и повышается с 72 % (L=0,1 м) до 92 % (L=1,0 м). Это связанно с тем, что более высокое давление струи при L=0,1 м формирует пескоструйный эффект и выбивание частиц с поверхности напыленного слоя. В наибольшей степени на параметры напыленного слоя влияет фракционный состав шихты. С уменьшением размеров частиц $d_ч$, мм, от 0,3 мм до 0,025 мм диаметр напыленного слоя увеличивается на 22-25 % с 125 мм до 155 мм при L=0,3 м (рисунок 1). Высота напыленного слоя одновременно возрастает на 15-18 %, а коэффициент напыления шихты повышается с 58 % до 84 %.

Результаты, приведенные на рисунке 2, получены при расходе влажной шихты в струйном аппарате $G_ш$=30 г/с. Расстояние от среза струйного аппарата до шихтового гарнисажа составляло 0,3 м. Сопло струйного аппарата имело диаметр 0,02 м. Температура струи и окружающего воздуха была 18 ºС.

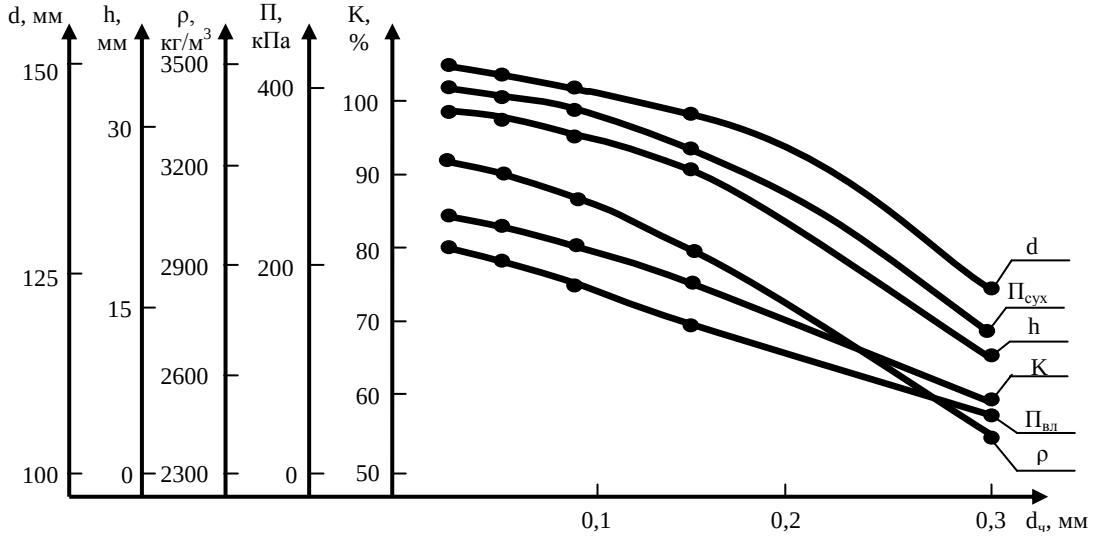


Рисунок 2 – Параметры напыленного слоя и зародышей в зависимости от размеров частиц напыляемой шихты

В ходе экспериментов установили, что железорудная шихта с размерами частиц 0,025-0,2 мм позволяет сформировать прочные (до 120 кПа) и плотные (до 3200 кг/м^3) влажные зародыши, способные выдерживать ударные нагрузки на окомкователе и комковаться до кондиционных влажных окатышей прочностью, превышающей 10 Н/окатыш. Получение зародышей с более высокой пористостью (плотность 2200-2600 кг/м^3) дает возможность формировать окатыши с повышенной пористостью в центре окатышей, что позволяет прогнозировать повышение восстановимости окатышей в металлургической плавке на 5-10 %.

Библиографический список

1. Металлургия чугуна/Е.Ф. Вегман [и др.]. – М.: ИКЦ “Академкнига”, 2004.–774 с.
2. Интенсификация производства и улучшение качества окатышей/ Ю.С. Юсфин [и др.].– М.: Металлургия, 1994.–240 с.
3. Вегман Е.Ф. Окускование руд и концентратов/Е.Ф. Вегман.– М.: Металлургия, 1984.–256 с.
4. Палант А.А. К вопросу об окомковании сульфидных молибденовых концентратов/ А.А. Палант// Металлы. – 2007. – №2. –С. 23-25.
5. Горбачев В.А. Роль бентонито-полимерной композиции в формировании металлургических свойств окатышей/В.А. Горбачев [и др.]//Сталь. – 2005. – №2. –С. 19-21.
6. Мещерякова Н.И. Производство железорудных окатышей с органическими связующими/ Н.И. Мещерякова//Экспресс информация. Черные металлы, М.: Чермет информация. –1985. –Вып. 25. – С. 16.
7. Утков В.С. Повышение прочности агломератов и окатышей при помощи бокситового красного шлама/В.С. Утков, Л.И. Леонтьев//Сталь. – 2005. – №9. – С. 2-4.
8. Павловец В.М. Использование нитевидных отходов производства при получении железорудных окатышей/ В.М. Павловец. – Сб. докладов II-й международной науч. практ. конференции “Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе”, Новокузнецк, СибГИУ, 2008, с.76-80.
9. Производство товарной железной руды в Северной Америке в 2005 году//Новости черной металлургии за рубежом. – 2006. – №4. –С. 9-15.
10. Утилизация пылей и шламов в черной металлургии/А.И. Толочко [и др.].- Челябинск: Металлургия, 1990.– 152 с.
11. Патент № 2385351 Россия, МКИ^7 С22В 1/24. Способ получения окатышей / В.М. Павловец – № 2008139095/02. Заявл. 01.10.2008; Опубл. 27.03.2010. Бюл. №9 // Изобретения. Полезные модели. 2010. – № 9.
12. Патент № 2387720 Россия, МКИ^7 С22В 1/24. Способ подготовки шихты к спеканию / В.М. Павловец – № 2008151256/02. Заявл. 23.12.2008; Опубл. 27.04.2010. Бюл. №12 // Изобретения. Полезные модели. 2010. – № 12.

УДК 622.2:658.567.1

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЕЖАЛЫХ ХВОСТОВ КАЗСКОЙ ДОФ

Иванов П.Э.
Научный руководитель: д.т.н., проф. Фрянов В.Н.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Добыча и переработка железных руд в Кемеровской области ведется уже более 80 лет. В процессе добычи и переработки руды неизбежно накапливается большое количество некондиционной горной массы, а именно отходов. На сегодняшний день в Кемеровской области скопились большое количество отходов сухого и мокрого обогащения. Примером таких образований являются хвостохранилища Абагурского, Горно-Шорского, Казского филиалов ОАО «Евразруда», а так же отходы ООО «Темирский рудник».

Эти отходы занимают обширную территорию тем самым наносят вред ландшафту и окружающей среде. В ветреную погоду образовываются пыльные наддувы, что мешает окружающим жителям, данные отходов производства наносят не только существенный вред окружающей среде, но и свидетельствуют о нерациональности использования недр.

Настоящие исследования направлены на повышение эфективности переработки хвостов с получением первичного железорудного концентрата и щебня класса -5+0 мм.

На основании анализов результатов исследовательских работ по изучению обогатимости руд участка «Центральные штоки», проведенных технологической лабораторией ЗСГУ и рудоиспытательной лабораторией ЦЗЛ КМК в период 1959 ÷ 1976 гг., проектом института Сибгипроруда, была принята трехстадийная схема дробления исходной руды в щековых и конусных дробилках до крупности 25 ÷ 0 мм с предварительным грохочением руды перед третьей стадией дробления и двухстадийная схема сухой магнитной сепарации, по которой предусматривалось получение первичного концентрата крупностью 25 ÷ 0мм с содержанием железа 44% при содержании железа в исходной руде 31,46%, а в отвальных хвостах- 13%.

Принципиальная схема обогащения по проекту Сибгипроруда представлена на рисунке 1.

Недостатки технологии переработки действующей Казской ДОФ:

- использование в технологической схеме физически устаревшего оборудования;

- установленный нижний предел крупности в 10 мм для мелкого дробления, недостаточный для полного раскрытия зерен магнетита.

На основе статистической обработки показателей освоения железных руд подземным способом на Казском филиале с 1961 по 2006 гг. установлено, что лежалые хвосты составляют приблизительно 34 млн. т горной массы, с содержанием железа 13%, а именно 4,42 млн. т металла. Содержание магнетитового железа составляет 2,5%. Эти результаты подтверждают, что возможно получение около 4 млн. т первичного концентрата с содержанием железа 43 %.

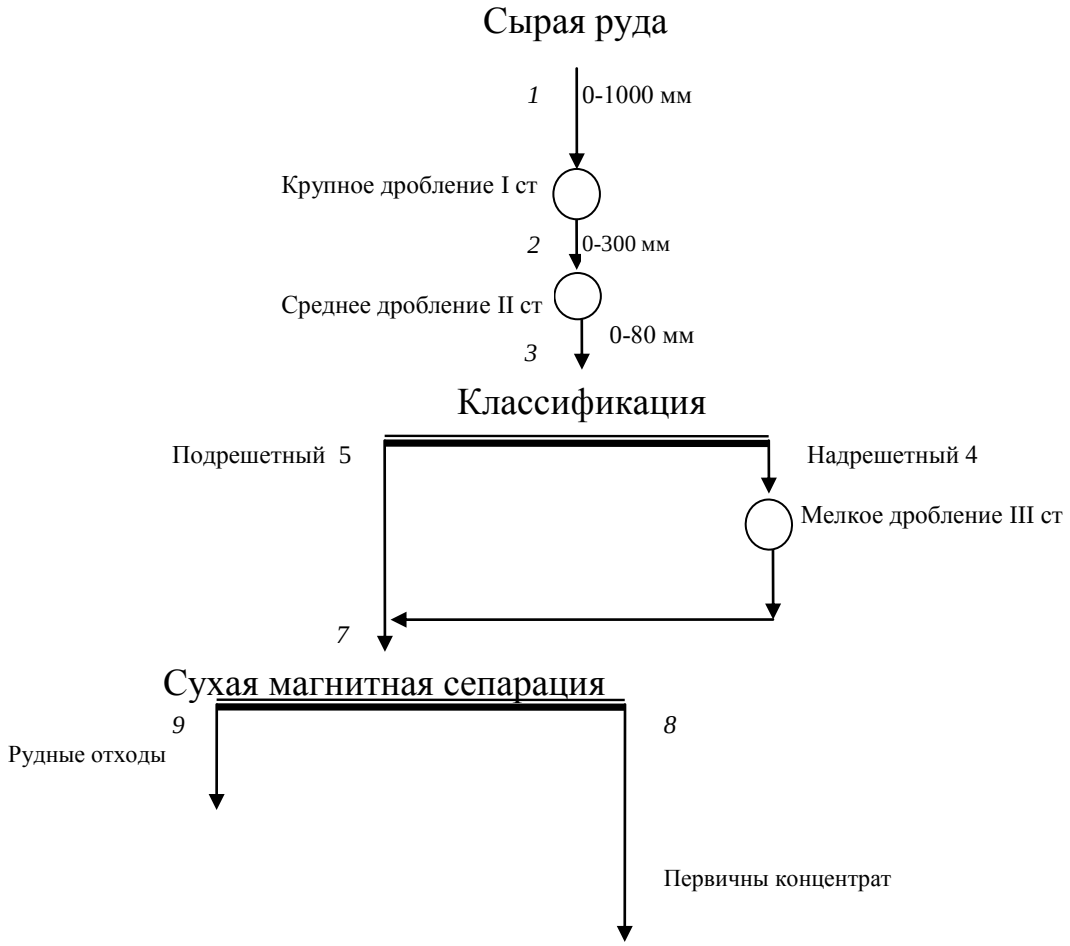


Рисунок 1 – Принципиальная действующая схема обогащения Казской ДОФ

На основании опыта переработки хвостов сухой магнитной сепарации на Казской ДОФ в середине 2009 года установлено, что необходимо производить дробление фракции -40+0 хвостов до крупности -5+0 мм непосредственно на площадке хвостовых отвалов.

Для этого разработан вариант качественно-количественной схемы переработки лежалых отходов Казской ДОФ (рисунок 2).

Для дробления пород до крупности -5+0 мм, предлагается использовать модульную установку с использованием дробилки КИД – 1200

[1] и двумя стадиями сухой магнитной сепарации. Использование рекомендуемой технологической схемы позволит перерабатывать лежалые хвосты Казского отвала в концентрат с содержанием железа – 43 %, в объеме 150 тыс. т ежегодно.

Новая технология предусматривает строительство модульной дробильно-обогатительной установки в районе расположения Казского отвала. Полученный первичный концентрат транспортируется на склад готовой продукции Казской ДОФ, а классифицированный щебень отгружается ж/д транспортом потребителю.

Исходя из схемы предлагаемой технологии переработки, горная масса крупностью -40+0 мм автопогрузчиком подается в бункер, откуда ленточным питателем подается на метало- выборку, где осуществляется отбор металлолома.

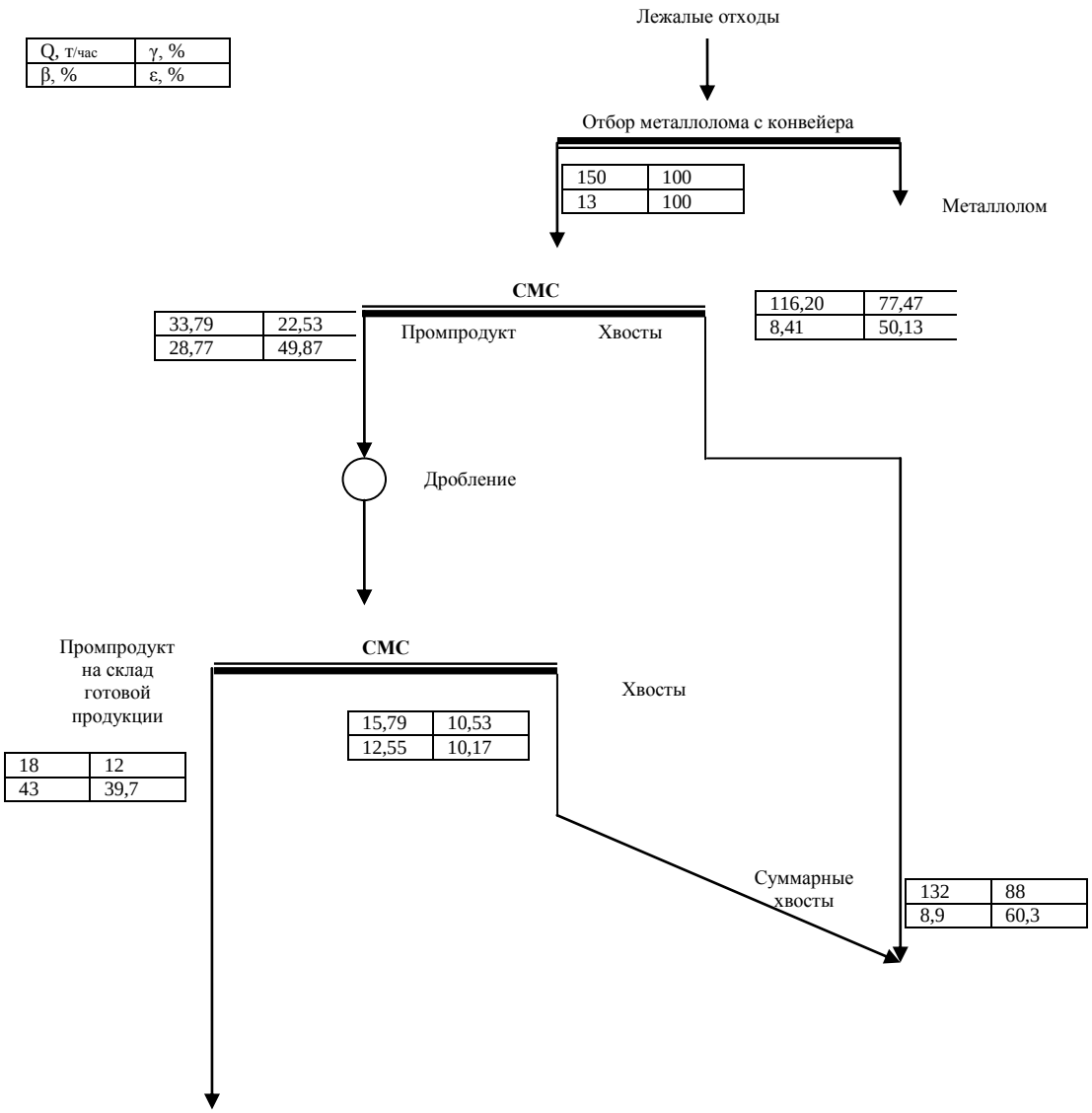


Рисунок 2 – Принципиальная предлагаемая качественно-количественная схема переработки хвостов

Ленточным конвейером материал подается в течку сепаратора 2ПБС-90/250. После первой стадии обогащения первичный черновой концентрат конвейером подается на дробление в дробилку КИД–1200, дробление осуществляется до крупности -5+0 мм.

После первой стадии дробленный первичный железорудный концентрат крупностью -5 +0 мм, по ленточным конвейерам, поступает на сепаратор 2ПБС 90/250 для второй стадии обогащения.

Хвосты (щебень) после первой и второй стадий сепарации объединяются и транспортируются на отгрузку потребителю.

Первичный железорудный концентрат, произведенный в соответствии с техническими условиями, конвейером транспортируется на открытый склад готовой продукции Казской ДОФ.

В таблице 2 приведены технологические показатели до и после переработки на ДОУ.

Таблица 2 – Качественно-количественные показатели ДОУ

Наименование показателей	Показатели		
	выход, %	содержание железа, %	извлечение, %
Первичный железорудный концентрат	12	43	39,7
Хвосты	88	8,9	60,3
Исходная руда	100,0	13	100,0

Внедрение данной технологической схемы позволит:

– обеспечить крупность концентрата -5+0 мм;

– выдержать качество концентрата на уровне 40 – 43 %;

– получить содержание железа в отвальных хвостах не более 7 – 9 %.

– переработать хвосты (щебень) крупностью -40+0 мм.

Указанные показатели достигаются за счет применения:

– сепарации лежалых хвостов на 2ПБС 90/250;

– мелкого дробления лежалых отходов до крупности -5+0 мм и обогащения на сепараторах 2ПБС 90/250.

Применение предлагаемой технологии сухой магнитной сепарации хвостов обеспечит годовое производство концентрата не менее 150 тыс. т.

Приблизительная оценка капитальных вложений в размере 40685 тыс. руб. показывают, что срок окупаемости составит около 1.5 лет.

Выводы

1 Анализ существующей технологии обогащения на Казской ДОФ с целью определения её достоинств и недостатков показал, что главным узким местом технологии являются потери железа в отходах, достоинст-

ва действующей схемы состоят в применении классификационного оборудования для производства классификационного щебня.

2 При внедрении предлагаемой технологии по переработке лежалых хвостов будет достигнуто следующее:

– полная переработка лежалых отходов Казской ДОФ с получением двух востребованных продуктов: первичного концентрата, и классифицированного щебня класса -5+0 мм;

–выход концентрата или первичного железорудного концентрата в пределах 15–28%.

3 Применение новой технологии позволит получить прибыль за счет продажи концентрата и классифицированного щебня класса-5+0 мм, а так же улучшить экологическую обстановку близи и на территории поселка Каз.

Библиографический список

1 Рыков В.Ф. Спиридонов П.А. Установка с дробилкой КИД-1200 для производства щебня из гравия ООО «Промстроинвест» / В.Ф. Рыков // Строительные материалы. 2006. № 6. с 21.

2 Певзнер М.Е., Костовецкий В.П. Экология горного производства. – М.: недра, 1990-237 с.

3 ТИ Казского филиала ТИ-19-КФ-004-2007

УДК 628.5:622.7

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ

Мурко В.И, Айнетдинов Х.Л.

ЗАО НПП «Сибэкотехника»
г.Новокузнецк

ОАО «Междуречье»
г. Междуреченск

Территория Сибири и Крайнего Севера богата природными ресурсами, месторождениями угля и других полезных ископаемых. Но здесь имеет место дефицит трудовых ресурсов, так как население страны сосредоточено преимущественно в европейской части России. Поэтому на территории России и Крайнего Севера более приемлемо развитие отраслей добывающей промышленности с вывозом качественных ресурсов, в частности обогащенного угля, в европейскую часть России.

Обогащение угля необходимо для сокращения транспортных расходов. В процессе обогащения образуются техногенные отходы, пред-

ставленные крупной породой с содержанием минеральных составляющих более 80%, что соответствует действующим нормам, и тонкодисперсными шламами, содержание породных частиц в которых составляет от 18 до 60%. Количество таких шламов составляет до 25-40% отходов углеобогащения.

В результате промышленные предприятия несут экономические потери за счет неполного использования добытого топлива, увеличиваются затраты на добычу и переработку дополнительного исходного сырья. А эксплуатация гидроотвалов и различного вида отстойников и хранилищ углесодержащих образований и отходов приводит к загрязнению грунтовых вод, пылевым бурям, что наносит серьезный вред окружающей среде. Указанная проблема присуща всем угледобывающим регионам России.

Таким образом, необходимо организовать утилизацию горючих тонкодисперсных отходов обогащения угля – угольных шламов, представленных, как правило, в виде кека пресс-фильтров. Использование их энергетического потенциала позволит получить дополнительное количество энергии и обеспечить снижение экологической нагрузки. Одновременно уловленная зола является полезным компонентом для приготовления строительных материалов.

Кек пресс-фильтров и отходы флотации переувлажнены, имеют низкую теплоту сгорания и относятся к трудно сжигаемым топливам.

По теплоте сгорания, влажности, объему воздуха, необходимого для полного сгорания, и объему продуктов сгорания кек пресс-фильтров и отходы флотации близки и для их эффективного сжигания требуется разработка специальных технологий и технических средств.

Таблица 1 – Характеристика фильтр-кека ОФ ш. «Заречная»

Наименование параметра	Единица измерения	Числовое значение
Крупность частиц	мкм	0-250
Влага общая, W^r	%	35-36
Зольность, A^d	%	25-34
Выход летучих, V^{daf}	%	42,9
Низшая теплота сгорания, Q^r	МДж/кг (ккал/кг)	14,1 (3400)

Таблица 2 – Характеристика ВУТ, полученного на основе фильтр-кека ОФ ш. «Заречная»

Наименование параметра	Единица измерения	Числовое значение
Содержание твердой фазы	%	не менее 58,0
Зольность твердой фазы	%	25-28
Гранулометрический состав, мм	%	
0,2-0,5		1,3

Продолжение таблицы 2

Наименование параметра	Единица измерения	Числовое значение
0,1-0,2		16,6
0,05-0,1		15,7
-0,05		66,4
Эффективная вязкость	мПа·с	не более 800
Низшая теплота сгорания	МДж/кг (ккал/кг)	13-14 (3100-3300)

Технология приготовления и сжигания суспензионного угольного топлива, получаемого на основе фильтр-кека, была разработана специалистами ЗАО «НПП «Сибэкотехника» (г. Новокузнецк) совместно с 000 «Вихревые Технологии Сжигания» и специалистами ОАО «Междуречье».

Пилотный технологический комплекс включает в себя:

- **установку приготовления** суспензионного угольного топлива (ВУТ) на основе фильтр-кека обогатительной фабрики. Установка расположена в главном корпусе обогатительной фабрики в блоке погрузки фильтр-кека на автотранспорт;

- **участок приема, хранения и подачи ВУТ** на сжигание, расположенный в отдельном помещении в непосредственной близости от котельной.

Доставка ВУТ от установки приготовления до узла хранения осуществляется автомобилем, оборудованным емкостью вместимостью 8 м3. Расстояние доставки составляет 800 м.

Подача ВУТ в котел осуществляется винтовыми насосами (2 шт.) по трубопроводам, проложенным по галерее подачи угля в котельную;

- **котел ДКВР 10-13 ВУТ** в котельной промплощадки разреза, переоборудованный на сжигание ВУТ.

Характеристика исходного фильтр-кека ОФ представлена в таблице 1.

Характеристика ВУТ, получаемого на основе фильтр-кека, представлена в таблице 2.

Технология приготовления ВУТ отличается простотой и малой энергоемкостью. Производительность установки приготовления составляет 4 т/ч.

Вследствие необходимости добавления жидкой фазы в виде раствора реагента-пластификатора влажность ВУТ увеличивается на 2-3% по сравнению с влажностью исходного фильтр-кека.

Работа котла осуществляется в трех режимах:

1-й режим — работа котла на рядовом угле;

2-й режим — работа котла при совместной подаче угля и ВУТ;

3-й режим — работа котла только на ВУТ, без подачи угля.

В процессе режимных испытаний работы котла были зафиксированы следующие параметры.

Таблица 3 – Характеристика исходного фильтр-кека ОАО «Междуречье

Наименование показателя	Единица измерения	Числовое значение				
		1	2	3	4	Среднее значение
Крупность частиц	мм	0-0,5	0-0,5	0-0,5	0-0,5	0-0,5
Влажность	%	37,0	32,8	41,6	41,0	38,1
Зольность твёрдого	%	62,1	57,3	52,1	49,2	55,2

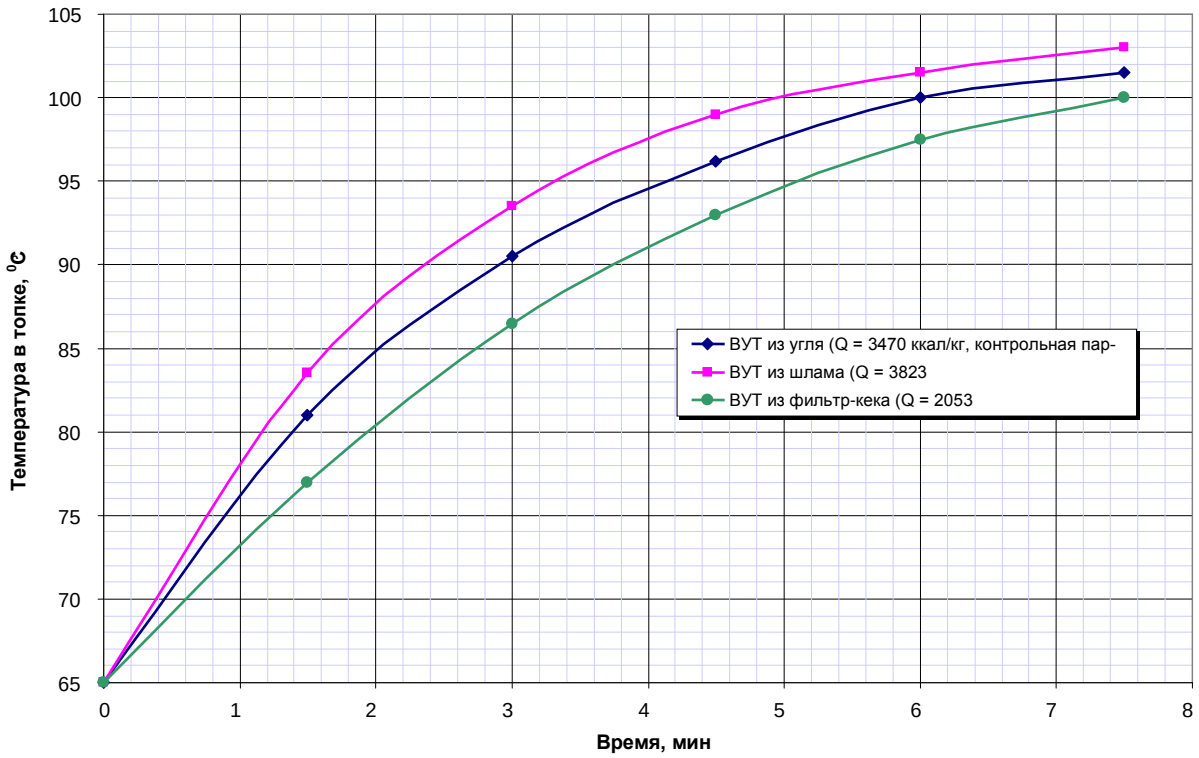


Рисунок 1

Таблица 4 – Информация о работе фильтр-прессов на ОФ Кузбасса

Наименование ОФ	Фирма – поставщик фильтр – пресса	Кол – во	Продукты обезвоживания	Производительность		Содержание твердого, кг/м^3	Влага, %	Зольность, %
				м^3/ч	**т/ч**			
ЦОФ «Абашевская»	CPF 2200S5PZ, Андритц	3	тонкие шламы по марке Г или отходы флотации по марке Ж и ГЖ	-	15 – 17	300 250 – 300	до 50 до 50	13 – 65 47 – 60
ОФ «Антоновская»	«Phoenix» WXG-3.0, СЕТКО	2	тонкие шламы	-	18	400 – 450	34 – 36	15 – 20
ОФ «Бачатская»	3М МКЗ PRESS, Партаклон	1	тонкие шламы	-	25	300 – 500	35 – 40	8 – 9
ЦОФ «Беловская»	Вемко	3	отходы флотации	-	17 – 35	300 – 500	до 50	65 – 70
ЦОФ «Березовская»	CPF 2200 S8, Андритц	3	отходы флотации	-	17 – 20	250 – 400	до 50	48 – 55
Разрез Красногорский	BN – 3M, ALTAVIP TECHOLOGIES LTD	2	тонкие шламы	115	до 18	143 – 400	35 – 38	20 – 25
ЦОФ «Кузбасская»	CPF 2200 S7, Андритц	2	тонкие шламы	50	20	350 – 450	40 – 45	20 – 23
ЗАО ОФ «Междуреченская»	EIMKO	2	по КС и ОС – отходы флотации, по Т – шлам	-	17 – 20	250 – 300	до 45 до 40	66 – 72 17 – 25
ОФ «Северная»	«Phoenix» WXG-3.0, СЕТКО	3	отходы флотации и тонкие шламы	-	18	350 – 400	до 45	22 – 35
ОФ «Спутник»	«Phoenix» WXG-3.0, СЕТКО	2	тонкие шламы	-	18	500 – 550	до 40	23 – 30
Разрез «Шестаки»	EIMKO MTP	1	тонкие шламы	-	10	500 – 550	до 30	20 – 23

Таблица 5 – Характеристика суспензионного угольного топлива ОАО «Междуречье»

Наименование показателя	Единица измерения	Числовое значение				
		1	2	3	4	Среднее значение
Крупность частиц	мм	0-0,5	0-0,5	0-0,5	0-0,5	0-0,5
Влажность	%	36,6	36,5	41,6	43,2	39,5
Массовая доля твердой фазы	%	63,4	63,5	58,4	56,8	60,5
Зольность твердой фазы	%	60,0	59,0	50,5	56,5	54,8
Эффективная вязкость при скорости сдвига $81с^{-1}$	МПа·с	933	601	504	341	595
Низшая теплота сгорания	ккал/кг	1904	1961	2171	2143	2053

Таблица 6 – Параметры процесса сжигания

Наименование показателя	Единица измерения	Числовое значение
Средний расход топлива	л/ч	70
Давление топлива	атм.	1,7
Давление сжатого воздуха	атм.	1,9
Температура в топке	°С	910 - 970

Технологический комплекс по приготовлению и сжиганию суспензионного угольного топлива на основе фильтр-кека. Котельная ОАО «Шахта «Заречная» (г. Полысаево).

Участок приготовления топлива

Насос-дозатор

Установка разработана по технологии ЗАО «НПП «Сибэкотехника». Технология запатентована.

Производительность по приготовлению топлива – до 4 т/ч

Теплопроизводительность котла – 0,54 Гкал

Горелочное устройство

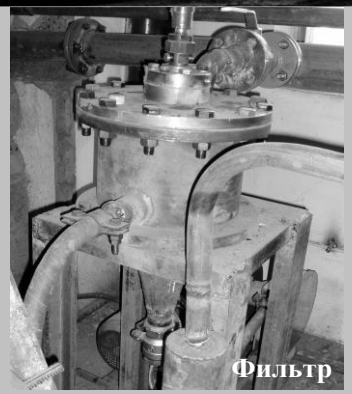
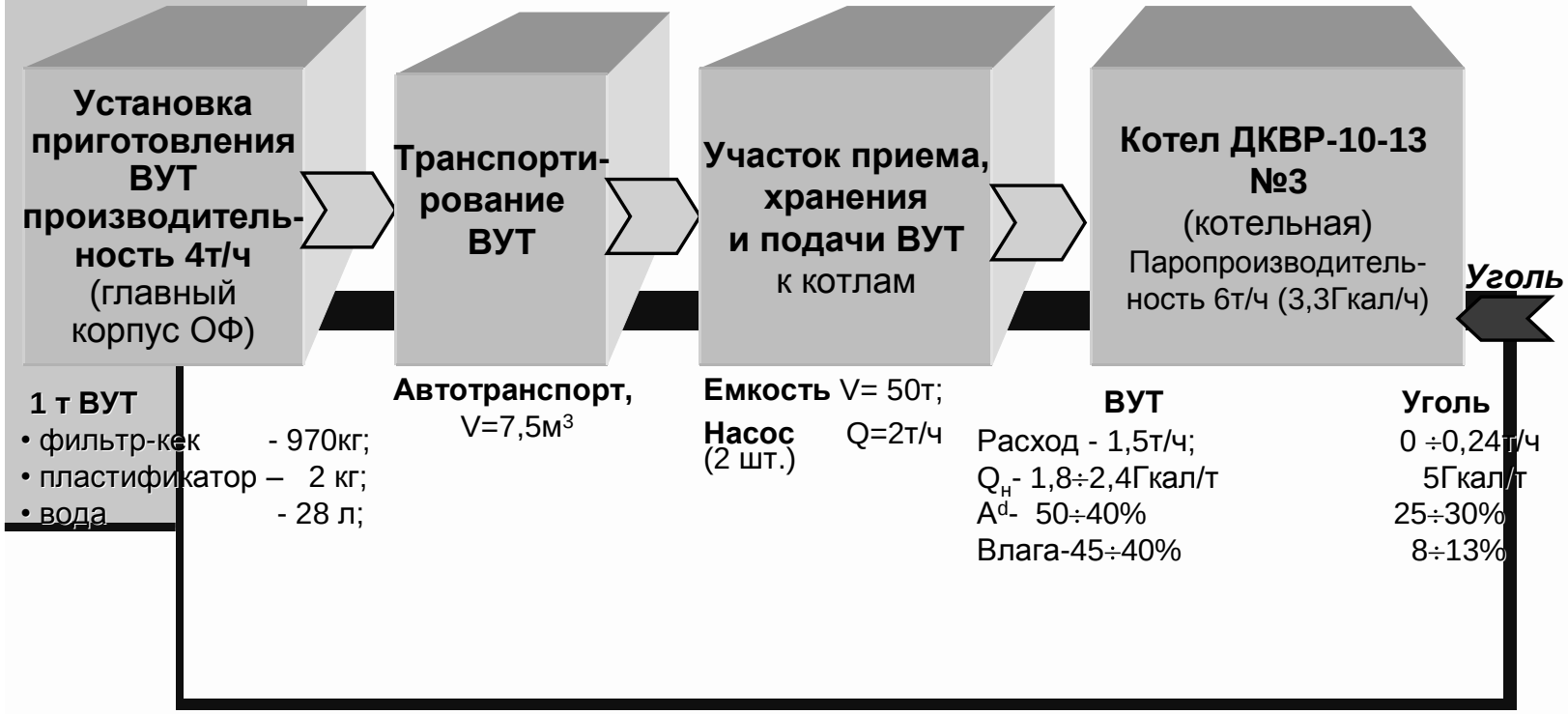

Фильтр

СХЕМА РАБОТЫ

комплекса по приготовлению, транспортированию, хранению и сжиганию водоугольного топлива (ВУТ) на котельной **ОАО «Междуречье»**



УЧАСТОК ПРИЕМА И ХРАНЕНИЯ ВУТ

Аккумулирующая емкость ВУТ

Оборудование топливоподачи ВУТ

КОТЕЛЬНАЯ, КОТЕЛ ДКВР-10-13, РАБОТАЮЩИЙ НА ВУТ

УДК 662.74

О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ КАМЕННЫХ И БУРЫХ УГЛЕЙ В КАЧЕСТВЕ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ОБЪЕМА ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

ПРОШУНИН Ю.Е., ПОТУРИЛОВ А.М.

Кемеровская региональная общественная организация «Научно-инновационный центр «Сибирь» г. Новокузнецк
ООО «Прокопьевский горный проектный институт» г. Прокопьевск

Кемеровская область занимает первое место в России по количеству образующихся отходов: примерно 1,7 млрд. тонн в год при общем образовании в России чуть менее 4,0 млрд. тонн ежегодно. На территории области зарегистрировано около 3000 объектов размещения отходов, занимающих площадь более 40 тыс. га с общим объемом накоплений, превышающем 20 млрд. тонн. Основной объем отходов обусловлен деятельностью предприятий, добывающих уголь и занимающихся его обогащением. Значительная масса образующихся отходов при этом не перерабатывается, а складируется в отвалах, шламо- и хвостохранилищах обогатительных фабрик, оказывая колоссальное негативное воздействие на окружающую среду. Интенсификация добычи полезных ископаемых в регионе приведет к дальнейшему наращиванию количества образующихся отходов.

По мнению ряда специалистов, с современными технологиями шахтной и открытой добычи углей способна конкурировать технология их подземной газификации (ПГУ), возможность осуществления которой впервые предсказана великим русским ученым Д.И. Менделеевым в 1888г. В Советском Союзе в тридцатых годах прошлого века интенсивные теоретические и экспериментальные исследования позволили сформулировать основные принципы осуществления технологии, на основании которых были введены в эксплуатацию и успешно функционировали в течение ряда лет и даже десятилетий несколько опытно-промышленных установок подземной газификации. Это Южно-Абинская (Кузбасс) и Лисичанская (Донбасс) станции «Подземгаз» на каменных углях, Подмосковная и Шатская (Подмосковный бассейн), Ангренская (Узбекистан) и Синельниковская (Днепровский бассейн) станции «Подземгаз» (все на бурых углях). Всего на этих станциях было

переработано более 15 миллионов тонн угля и получено более 50 миллиардов кубических метров газа. Южно-Абинская станция «Подземгаз» функционировала с мая 1955г. по 1996г., а Ангренская работает с 1963г. по настоящее время [1].

После завершения II Мировой войны в Европе и США были предприняты попытки разработки технологии подземной газификации углей с учетом опыта Советского Союза. Несмотря на достигнутые, в общем-то, положительные результаты, технология не получила промышленного распространения из-за расширения мировой добычи нефти, открытия новых газовых и газоконденсатных месторождений. В дальнейшем интерес к подземной газификации периодически возрастал при увеличении мировых цен на продукцию нефтегазового комплекса, но так и не было создано постоянно действующих промышленных объектов.

В настоящее время из-за достаточно высоких цен на нефть и природный газ (особенно высоких до наступления мирового экономического кризиса в 2008г.) интерес к процессу подземной газификации углей все более возрастает. Исследования ведутся как на правительственном уровне, так и многочисленными частными компаниями в Китае, Индии, США, Канаде, Австралии, Англии. Мировым лидером по использованию этой технологии справедливо считается Китай: здесь эксплуатируется 10 промышленных установок. С 2003г. введена в эксплуатацию станция подземной газификации углей в г. Чинчилла (Австралия). «Газовые войны» между Россией и Украиной, Россией и Белоруссией также в немалой степени способствуют интенсификации некоторыми Европейскими странами научных исследований в области альтернативной энергетики, получения энергетического газа из твердого топлива или расширения ими добычи сланцевого газа.

В России в 2004г. заметным событием стал выпуск монографии [1], где дан исчерпывающий обзор истории разработки подземной газификации углей в Советском Союзе и за рубежом, детально проанализированы особенности процесса и разработаны рекомендации, направленные на его совершенствование и тиражирование. К важнейшим из полученных результатов можно отнести: технологию создания первоначальных каналов газификации, аналитическую зависимость параметров процесса газификации от состава и интенсивности нагнетания дутья, качества угля, мощности пласта, притока подземных вод в зону газификации, выявление механизма сдвижения горного массива в процессе выгорания пласта, а также схемы осушения угольных пластов. Эти рекомендации, по мнению автора монографии, составляют основу потенциала традиционной технологии ПГУ в РФ и делают возможным ее широкое использование.

Известен ряд отечественных публикаций, где предложены интересные технические решения [2,3]. В Дальневосточном государственном техническом университете [4] разработана комплексная

методика создания станций ПГУ с учетом природных, горно-геологических, горнотехнических и экологических факторов угольного месторождения, позволяющая конструировать эффективные технологические схемы подземной газификации, в том числе совмещенную с процессом подземной газификации углей утилизацию твердых бытовых и производственных отходов (пластмасс, древесины, бумаги, резины, кожи и шламов). Привлекает внимание амбициозный проект [5], предложенный специалистами ОАО «Газпром промгаз», по созданию семи добывающих энергетических комплексов в Красноярском крае, Кемеровской и Оренбургской областях общей электрической мощностью 900 МВт. По оценкам авторов проекта, необходимые инвестиции составляют 36,8 млрд. рублей, а срок окупаемости «лидерского предприятия» в г. Киселевске составит около четырех лет.

Несмотря на оптимистический настрой ряда отечественных исследователей, следует отметить, что в течение ряда лет исследования в области подземной газификации углей, в силу отсутствия финансирования, оторваны от конкретной практики, носят, в основном, теоретический характер, а предлагаемые рекомендации основаны на результатах исследований 50-70 летней давности и методах математического моделирования. Очевидно, что лидирующие позиции России в области подземной газификации утрачены и имеет место существенное отставание от целого ряда государств, вкладывающих серьезные денежные средства в разработку процесса с целью обеспечения своей энергетической безопасности.

Более реальный подход демонстрируют исследователи из Узбекистана [6-8] отмечающие, что, несмотря на тяжелое финансовое положение страны, после развала СССР, удалось сохранить действующую станцию ПГУ, внедрить ряд интересных разработок, позволивших существенно, на 25-35%, увеличить промышленное извлечение угля и на 40-60% повысить калорийность энергетического газа. Вместе с тем авторы считают, что ни Россия, ни Узбекистан не обладают современной технологией. По их мнению, единственная организация, формально являющаяся собственником технологии ПГУ – ИГД им. Скочинского, фактически является не более, чем держателем архивов расформированного «ВНИИподземгаз», разрабатываемые на основе устаревших данных рекомендации не позволяют создать процесс, способный конкурировать с современными технологиями шахтной и открытой добычи углей, а также последними разработками зарубежных стран, уверенно идущих своим собственным путем в области подземной газификации.

Обращает на себя внимание также тот факт, что в России, несмотря на очевидные, декларируемые из публикации в публикацию достоинства процесса: получение ощутимого эффекта в энергетическом обеспечении промышленных районов в случае широкомасштабного использования

технологии ПГУ; отсутствие традиционных отходов процессов угледобычи и углеобогащения; исключение тяжелого, вредного и опасного труда горнорабочих при подземной добыче угля; замену затратных и небезопасных процессов транспортировки, разгрузки и использования угля на менее опасную транспортировку очищенного горючего газа в места его непосредственного использования; исключение нарушения почвенного покрова территории, характерное для открытого способа добычи угля, отсутствуют реальные объекты внедрения.

Объяснить это можно не только традиционным нежеланием отечественного частного капитала вкладывать финансовые ресурсы в создание новых технологий и практически полным отсутствием специалистов, имеющих реальной практической опыт, но и существенными недостатками широко рекламируемой технологии ПГУ. К последним можно отнести: недостаточную управляемость процессов подготовки пластов и собственно термической переработки; невысокий химический и энергетический КПД процесса из-за низкой теплоты сгорания газа и сравнительно высоких потерь газа и угля в недрах; относительно невысокие теплотехнические свойства газа подземной газификации углей, существенно уступающего широко используемым природному, коксовому и полукоксовому газам; возможность фильтрации газа на поверхность.

Следует отметить также отрицательные экологические последствия реализации ПГУ, связанные с деформацией пород, их тепловыми, химическими, гидрогеологическими изменениями. В условиях подземной газификации могут происходить непредсказуемые по масштабам деформации и разрушения многослойной толщи пород от угольного пласта до земной поверхности, то есть над выгазованным пространством. Существующие методы прогнозирования весьма ограничены и непригодны для предсказания подвижек горного массива. Возможность крупных нарушений горной территории подтверждается, по мнению авторов настоящей публикации, опытом работы Южно-Абинской станция «Подземгаз», где неоднократно наблюдались случаи фильтрации газа из подземного газогенератора, обрушения кровли, приводившие к возникновению на поверхности воронок [9], и тот факт, что земля над выгазованным пространством едва ли будет признана годной под застройку в обозримом будущем. При эксплуатации Ангренской станции «Подземгаз» в результате использования ПГУ в активном оползневом движении оказался массив объемом 900 кубометров [10].

Повышение температуры горных пород, наблюдаемое при ПГУ, достигает более 1600 ^{o}C и приводит к спеканию вмещающих пород и потере ими первоначальных свойств. Тепловое воздействие обуславливает повышение температуры подземных вод и их активное химическое загрязнение, последствия чего требуют тщательного изучения.

Следует обратить внимание, что предложенные в вышеуказанных публикациях рекомендации по совершенствованию процесса ПГУ, направлены, в основном, на совершенствование конструкции подземного газогенератора и технологии газификации угольного пласта, практически не затрагивая проблему подготовки энергетического газа, включающей очистку от примесей и обеспечение рационального температурного режима, то есть технологии наземного комплекса установки ПГУ. Между тем, по нашему мнению, одним из наиболее узких мест внедрения ПГУ является отсутствие четкой концепции подготовки и использования энергетического газа.

Важность этой проблемы обусловлена, во-первых, тем обстоятельством, что стоимость наземного комплекса составляет около 75% общей стоимости установки ПГУ [5], и снижение капитальных и эксплуатационных затрат позволит существенно улучшить экономические показатели процесса. Во-вторых, все виды работ, связанные с транспортировкой и очисткой агрессивного, высокотемпературного, содержащего большое количество влаги и смолы газа, переработкой полученных химических продуктов, дорогостоящей операцией обеззараживания сточных вод, сопряжены с повышенной экологической опасностью. В-третьих, наличие жестких требований к качеству энергетического газа для газовых турбин формирует повышенные требования к режиму работы дутьевого оборудования и оборудования для очистки газов.

Между тем, очистка газов и переработка выделяемых химических веществ в работах, посвященных ПГУ, показаны достаточно условно, серьезной технологической и проектной проработки не проводилось. Так, в работе [1] предложено после охлаждения газа до 35 ^{o}C, тяжелые смоляные фракции конденсировать, специальной обработкой конденсата получать раствор аммиака, сырые фенолы, масло, смолы и другие продукты, причем глубину разделения конденсата определять по температуре в подземном газогенераторе, а также по выделению отдельных продуктов. К сожалению, в монографии не определен перечень получаемой товарной продукции. Маркетинговые исследования, направленные на оценку возможности, стоимость и эффективность ее сбыта автором не проводились. А ведь сбыт попутной продукции может стать серьезнейшей проблемой. Характерный пример - заводы полукоксования в г.г. Ленинск-Кузнецкий и Ангарск, которые просто не сумели найти своего потребителя.

Тем не менее, рекомендация предполагает наличие дорогостоящего оборудования и сложной технологии для улавливания, очистки, обезвреживания ряда высокотоксичных веществ и сточных вод. При этом экологические и экономические показатели подземной газификации углей неизбежно ухудшаются. По мнению авторов доклада, это обстоятельство в немалой степени тормозит широкое внедрение ПГУ.

Для подготовки предложений по совершенствованию технологии переработки энергетического газа следует определить основные возможные направления его использования. Наиболее перспективным считается получение в подземном газогенераторе газа, который может быть использован в качестве сырья для органического синтеза [1]. Однако, такая возможность остается пока только теоретическим предположением. В СССР, например, она изучалась весьма поверхностно. Да и в других странах в качестве базы для получения моторных топлив и других углеводородов рассматриваются, прежде всего, различные процессы наземной газификации. Основной причиной этого является недостаточная управляемость ПГУ, значительные потери дутья и продуктов газификации, наличие ряда непредсказуемых технологических факторов: поступления подземных вод, обрушения породы за выгазовыванным пространством, фильтрации газов, качества (крупности, влажности, выхода летучих веществ, зольности) угля, величины реакционной поверхности канала газификации и так далее [6, 9, 11], что приводит к трудности стабилизации состава и количества получаемого газа.

Представляется, что в первую очередь следует рассматривать ПГУ, как технологию для получения энергетического газа и лишь позже, после апробирования в промышленных условиях технических решений, связанных со стабилизацией качества газа и приближением его состава к составу синтез-газа, проведения детальных маркетинговых исследований, рассматривать возможность организации синтеза углеводородов [12, 13].

Для понимания того, каким образом должна выглядеть технология наземного комплекса рассмотрим разработанную ООО «Прокопьевский горный проектный институт» схему подготовки энергетического газа подземной газификации углей пласта Мощного марки «Т» шахты «Красный Углекоп» и пласта IV Внутреннего марки «Г» шахты «Дальние Горы» в Прокопьевско-Киселевском районе Кузбасса (рисунок 1). Эта схема включает известные технические решения, связанные с охлаждением энергетического газа до температуры ниже точки конденсации каменноугольной смолы до 35°С, очистку его от пыли, смолы и аммиака. Образующийся при охлаждении газа газовый конденсат перерабатывается в товарный продукт в виде безводного аммиака или аммиачной воды с концентрацией аммиака до 30%, фенолятов натрия. Охлаждение и очистка газа ПГУ осуществляется в несколько ступеней.

Охлаждение газа ПГУ на первой ступени осуществляется за счёт подачи очищенной воды в скважины, по которой он отсасывается из газогенератора дымососами, установленными на каждой скважине по следующей схеме: скважина (1) - бойлерная (2) - дымосос (3) - трубопровод (4) - бойлерная (5). Мощность бойлера (2) должна обеспечить снижение температуры газа до температуры 400°С, а бойлера (5) – до 300°С. Из бойлера (5) газ по трубопроводам (6) засасывается вентилятором (7) горячего дутья типа ВГДН и подается по трубопроводу (8) в скрубберы Вентури (9), где

после тонкой очистки от высокодисперсной пыли температура его снижается до 200°С.

На второй ступени газ проходит последовательно через два скруббера Вентури, подвергаясь в каждом мокрой очистке, и охлаждается до температуры 50-60°С. Вода, подаваемая в скрубберы Вентури для очистки и охлаждения газа, после завершения цикла вместе с фенольными составляющими и легкокипящими фракциями каменноугольной смолы поступает в радиальный сгуститель. После скруббера Вентури (третья ступень очистки и охлаждения газа) газ поступает на абсорбционную установку, где происходит абсорбция аммиака с последующей его десорбцией. Температура газа после прохода его последовательно через две абсорбционные колонны снижается до 35 °С.

Десорбированный аммиак поступает в холодильник дистиллята, а затем в сборник аммиака для отгрузки потребителям.

На данной стадии газ очищается от каменноугольной смолы, фенольных и аммиачных соединений, а температура его снижается до 35°С. Вода после скрубберов Вентури поступает в радиальный сгуститель, где происходит отделение взвешенных частиц и каменноугольной смолы. Смола поступает на переработку, а слив воды после охлаждения поступает через сборник неочищенных вод в скруббер для обесфеноливания.

В обесфеноливающем скруббере выделяется раствор фенолятов, который закачивается в резервуары для хранения, а затем отгружается потребителям, и обесфеноленная вода, которая через гидрозатвор заканчивается насосом в приколонок, а затем поступает в аммиачную колонну, где получается три продукта: аммиачный конденсат, который после выхода из аммиачной колонны направляется на обесфеноливание в скруббер обесфеноливания вод; сточная вода, которая после выхода из приколонка, направляется на биологическую очистку; конденсат после дефлектора и холодильника, поступающий в радиальный сгуститель. Для биологической очистки воды предусматривается, при условии резервирования, следующее оборудование: первичный отстойник; биофильтр; вторичный отстойник. Для дополнительного охлаждения воды сооружается градирня.

Использование известных технических решений требует дополнительно значительного числа операций, а, следовательно, и оборудования для их осуществления, связанных с улавливанием и переработкой взрывоопасных, высокотоксичных материалов, очисткой, в том числе биохимической, нескольких видов сточных вод (рисунок 1).

Для оценки возможности совершенствования технологической схемы и уменьшения капитальных затрат на сооружение наземного комплекса установки ПГУ, улучшения экологических показателей процесса подготовки и технологических параметров процесса сжигания энергетического газа, рассмотрим состав газа ПГУ.

Схема охлаждения газа ПТУ и утилизация газового конденсата.

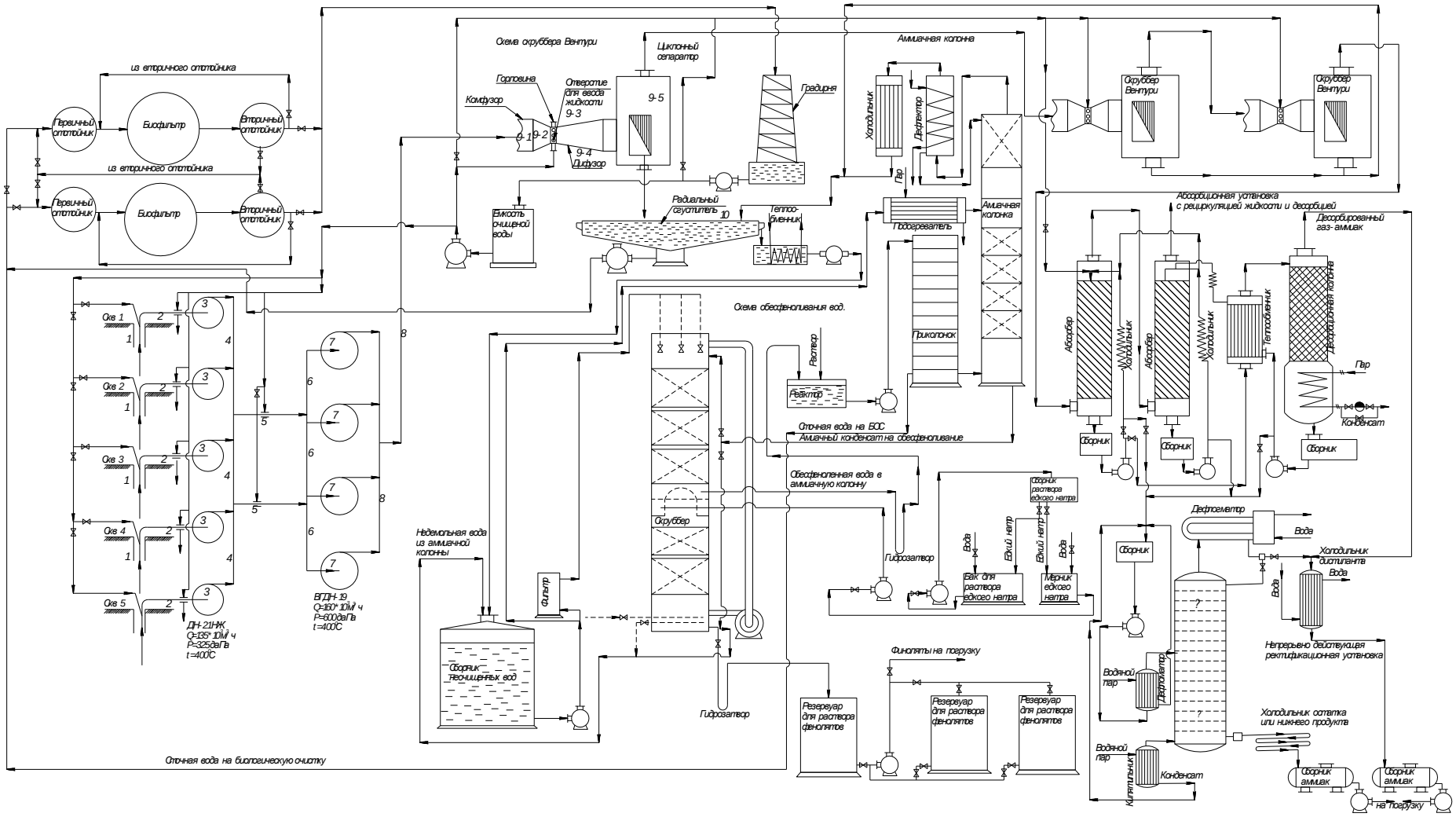


Рисунок 1

Определение состава исходного газа, образующегося в подземном газогенераторе можно произвести при помощи широко известного метода проф. Доброхотова Н.Н. [14], классической работы Канторовича Б.В. [11], монографий [1, 12]. В принципе, все методы дают сходные результаты, но использование их весьма затруднительно вследствие неопределенности и изменчивости температурного режима, а также других технологических параметров. Следует отметить и общий недостаток указанных методов: они не в полной мере учитывают процессы пиролиза углей, происходящие в восстановительной зоне газогенератора при высокой температуре – около 1000-1200°С и отсутствии кислорода.

В химической технологии известны два основных процесса пиролиза углей: коксование, протекающее при температуре 1000-1100 ^{o}С и полукоксование – при температуре 500-700 ^{o}С. Полукоксование углей в чистом виде менее распространено, чем процесс коксования, но всегда является его составной частью. Таким образом, состав исходного газа подземной газификации углей формируется соединением газов газификации и пиролиза (коксования и полукоксования) углей.

Температуры конденсации различных смесей углеводородов, образующихся при пиролизе различных углей, приведены в таблицах 1, 2 и 3. Анализ представленных данных показывает, что для различных бурых и каменных углей количество углеводородов, конденсирующихся при температуре до 400°С, весьма значительно. Охлаждение энергетического газа до 35-50°С используемое в известных технических решениях, неизбежно заставляет организовывать целое производство по его очистке.

Таблица 1 – Технические характеристики различных смол [16]

Показатель	Первичные смолы углей				Смола пиролиза Канско-Ачинского	Смола коксования
	Украинского бурого	Подмосковного бурого	Длиннопламенного	Газового		
Плотность, кг/м^3	900	970	1066	1065	1080	1190
Выход фракции, %						
до 170°С	5,5	12,3	9,4	9,2	11,0	0,5
170-230°С	13,2	15,7	7,6	7,2	17,0	13,5
230-300°С	17,5	19,8	31,7	29,9	27,0	10,0
300-360°С	41,6	25,3	21,2	21,8	10,0	18,0
Выше 360°С	22,0	26,9	30,9	31,7	23,0	58,0
Содержание фенолов, %	12,3	12,6	39,4	28,3	26,0	2,0

Таблица 2 – Характеристика фракций, получаемых при фракционировании смол, полученных из углей Кузбасса [17]

Наименование	Пределы выкипания, °С	Выход, %	Содержание по фракции, %		Степень извлечения, %	
			Нафталин	Фенолы	Нафталин	Фенолы
Легкая	до 170	0,6	2,0	0,5	0,12	0,17
Фенольная	170-210	2,5	18,0	38,0	4,5	52,3
Нафталиновая	210-230	10,0	82,0	6,0	82,2	33,0
Поглотительная	230-300	9,5	8,0	1,5	7,6	7,8
Антраценовая						
I	280-370	17,0	2,5	0,7	4,4	6,7
II	310-440	8,0	1,5	-	1,2	-

Таблица 3 – Техническая характеристика газообразных продуктов коксования и полукоксования [16]

Газ	Содержание компонентов, %						Теплота сгорания, МДж/м^3	Плотность, кг/м^3
	CO_2	C_mH_n	CO	H_2	C_mH_n	NH_3		
полукоксования	1-7	3-5	1-6	0-20	55-70	3-5	15,5-19,1	0,9-1,2
коксовый	2,0-2,5	1,6-2,6	4,8-8,5	57-62	23-28	15-25	9,3-10,7	0,45-0,50

Следует отметить, что точно рассчитать состав пиролиза углей не представляется возможным вследствие неопределенности температурного режима в восстановительной зоне подземного газогенератора, сложности процесса, зависящего от скорости подъема температуры, крупности угольных частиц, химического состава вмещающих пород, притока подземных вод, особенностей вторичного пиролиза летучих веществ. Стоит обратить внимание, что даже в подсводовом пространстве коксовых печей вторичный пиролиз сырого коксового газа носит в большой степени стихийный характер, несмотря даже на жесткую регламентацию таких технологических параметров, как температура коксования, объем подсводового пространства, технологические характеристики шихты для коксования [16]. Состав газов полукоксования характеризуется повышенной нестабильностью [16] даже в наземных процессах, позволяющих достаточно точно контролировать параметры технологии.

Предложенный в настоящей работе способ подготовки энергетического газа ПГУ базируется на том факте, что разделение энергетического газа подземной газификации углей на два разных продукта: газ и конденсирующиеся при условиях подготовки энергетического газа к процессу сжигания углеводороды – смолу каменных или бурых углей, весьма условно. При создании определенных условий можно добиться, чтобы конденсации углеводородов в аппаратах, механизмах и газопроводах не происходило. Обеспечение этого требования при подготовке энергетического газа позволяет производить очистку его от пыли сухим способом, исключив сложные и дорогостоящие процессы очистки и сброса значительного ко-

личества сточных вод, а также переработку взрывоопасных и высокотоксичных материалов, существенно улучшив экологические и экономические параметры процесса.

На рисунке 2 приведена принципиальная технологическая схема предлагаемого в настоящей публикации способа подготовки энергетического газа подземной газификации каменных и бурых углей (подана заявка на изобретение). Подготовка энергетического газа осуществляется в несколько этапов. Охлаждение газа с 900 до 600ºС на первой ступени осуществляется за счет подачи очищенной воды в скважины или использования рекуперативного бойлера, в котором охлаждаемый газ и охлаждающая вода разделены стенкой. Охлажденный до 600ºС энергетический газ отсасывается из газогенератора дымососами специального назначения, например, ДН-НЖ (ДН-21НЖ), установленных на каждой скважине. Мощность системы охлаждения должна обеспечить снижение его температуры до 600ºС. Максимально допустимая температура газа на входе в дымосос - 400ºС (по заявлению изготовителя при изменении схемы охлаждения подшипников максимально допустимая температура газа на входе в дымосос может быть повышена до 700ºС).

Очистка газа от пыли сухим способом осуществляется в три ступени при температуре выше температуры конденсации каменноугольной смолы, то есть не опускается ниже 400 ^{o}С по всей системе. Это означает, что температура энергетического газа во всех трубопроводах и оборудовании наземного комплекса такова, что конденсации каменноугольной смолы не происходит, тяжелые углеводороды поступают на сжигание в газообразном состоянии.

В качестве первых двух ступеней очистки могут быть выбраны циклонные аппараты (на второй ступени батарейного типа). На третьей ступени очистки эффективно использование электрофильтров или кассетных фильтров из металлотканых сеток (изготавливаются ОАО «Специализированный трест "УРАЛЦВЕТМЕТГАЗООЧИСТКА", г. Екатеринбург).

Согласно выполненным расчетам и данным завода-изготовителя предлагаемая трехступенчатая схема сухой очистки газа ПГУ может эксплуатироваться в диапазоне температур 500-800°С (при необходимости возможно применение более термостойких материалов) и обеспечит требуемую для использования в газовых турбинах величину запыленности – не более 4 мг/м^3.

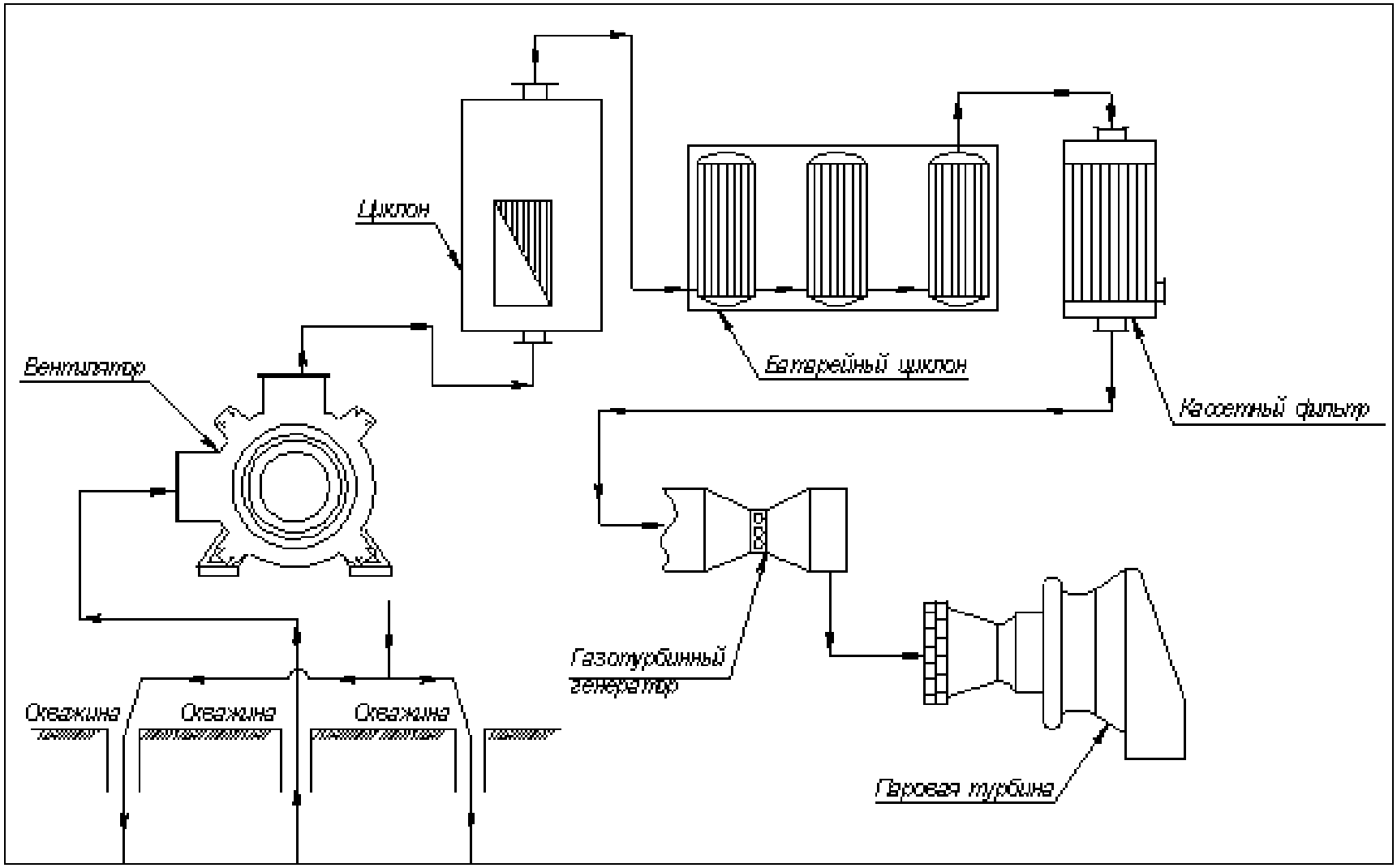

Циклон
Батарейный циклон
Кассетный фильтр
Вентилятор
Газотурбинный генератор
Паровая турбина
Скважина
Скважина
Скважина

Рисунок 2

При реализации технологической схемы высокотемпературной подготовки энергетического газа для сжигания не допускается снижение его температуры ниже 400°С, поэтому оборудование сухой очистки энергетического газа и агрегаты совмещенных газо- и паротурбинного циклов для получения тепло- и электроэнергии должно располагаться в непосредственной близости к скважинам подземного газогенератора. Как вариант, возможно расположение дымососов, оборудования сухой очистки энергетического газа и агрегатов совмещенных газо- и паротурбинного циклов на передвижных автомобильных или железнодорожных платформах, которые могут находиться в непосредственной близости к скважинам подземного газогенератора и по мере необходимости перемещаться на новые участки.

Предлагаемый способ подготовки энергетического газа подземной газификации каменных и бурых углей предусматривает его сухую очистку при температуре, превышающей температуру конденсации высокомолекулярных углеводородов – каменноугольной смолы и последующее сжигание подготовленного газа. Таким образом, очистке необходимо подвергать только топочные газы, например, в случае необходимости, осуществлять вторичный дожиг окислов азота или осуществлять дополнительную каталитическую очистку. Уловленные сухим способом частицы золы, недогоревшего угля, полукокса и кокса могут быть утилизированы подачей их вместе с нагнетаемым в скважины воздухом (или смесью воздуха с водяным паром, двуокисью углерода или кислородом) без нанесения ущерба окружающей среде. Других подлежащих очистке выбросов в предлагаемом способе не образуется (рисунок 2).

Экологические показатели функционирования комплекса подземной газификации при использовании предлагаемого способа улучшаются вследствие отсутствия процесса очистки и сброса значительного количества сточных вод, а также переработки взрывоопасных и высокотоксичных материалов. Технологические параметры процесса сжигания энергетического газа подземной газификации каменных и бурых углей улучшаются. Так, тепловой потенциал газа увеличивается вследствие наличия в его составе высокомолекулярных углеводородов и подачи на сжигание с температурой более 400°С. Количество смолы в газе ПГУ, полученном различными методами, по разным источникам может изменяться от 3 до 10% [16], тепловой потенциал энергетического газа при этом возрастает на 13-43% соответственно.

Ориентировочные расчеты показывают (в ценах сентября 2009г.), что использование предлагаемого способа подготовки энергетического газа подземной газификации каменных и бурых углей существенно снижает капитальные затраты на сооружение установки ПГУ. Технический результат изобретения показан на конкретном примере, которым

предусмотрена проектная мощность подземного газогенератора 400 миллионов кубических метров в год.

Таблица 4 – Капитальные вложения в строительство ПГУ

Показатели		Капитальные затраты на строительство установки ПГУ по смете, млн. руб	
		Традиционный способ очистки газа	Предлагаемый в настоящей заявке способ очистки газа
1	Проектно-изыскательские работы	55,00	25,00
2	Отвод земельного участка и подготовка промплощадки	-	-
3	Проведение горных выработок (скважины)	223,56	160,99
4	Приобретение машин и оборудования (включая монтаж)	762,91	374,96
5	Возведение производственных зданий и сооружений	458,22	217,52
6	Затраты на природоохранные мероприятия	214,31	16,95
7	Непредвиденные работы и затраты	90,00	77,04
Всего		1 804,00	872,46
НДС		314,82	152,54
Всего с НДС		2 118,82	1025,00

Таблица 5 – Сравнение технико-экономических показателей установок ПГУ с традиционным и предлагаемым в настоящей заявке способами очистки газа

№	Показатели	ПГУ с традиционным способом очистки газа	ПГУ с предлагаемым в настоящей заявке способом очистки газа
1	Проектная мощность подземного газогенератора, млн. $м^3$/год	400	400
2	Получение энергетического газа, $м^3$/кг выгазовываемого угля	3,6	4,0
3	Объем угля для выгазовывания, тыс. тонн	111,0	100,0
4	Капитальные затраты на строительство ПГУ, млн. руб	2 119	1 025
5	Удельные капитальные затраты на получение 1000 $м^3$ энергетического газа, руб/1000 $м^3$	5 500	2 562,5
6	Срок строительства ПГУ, мес.	24	18
7	Выработка электроэнергии, МВт*ч/год	-	151 296
8	Выработка тепловой энергии, Гкал/год	372 000	415 516
9	Себестоимость газа ПГУ, руб/1000 $м^3$	713,2	420,3
7	Дисконтированный срок окупаемости инвестиций, годы	11,67	6,88

Анализ приведенных в таблицах 4 и 5 данных показывает, что использование предлагаемого в настоящей статье способа очистки энергетического газа подземной газификации каменных и бурых углей позволяет уменьшить капитальные затраты на строительство установки ПГУ почти в 2 раза, себестоимость получаемого энергетического газа в 1,7 раза, дисконтированный срок окупаемости инвестиций на 41%, а также увеличить выработку тепловой энергии на 10,5% и дополнительно произвести электроэнергии 151 296 МВт*ч в течение года. В варианте с традиционным способом очистки газа не предусмотрено наличие оборудования для выработки электроэнергии. Наличие такого оборудования существенно увеличит капитальные затраты.

Следует отметить, что, несмотря на очевидные выгоды предлагаемого способа подготовки энергетического газа, дисконтированный срок окупаемости инвестиций весьма значителен – чуть меньше семи лет. Себестоимость газа ПГУ при этом составляет 420,3 руб/1000 м^3, что хотя и существенно меньше, чем себестоимость энергетического газа, полученного с использованием традиционных технологий – 713,2 руб/1000 м^3, но заметно дороже, чем стоимость природного газа (в пересчете на низшую теплоту сгорания 1000 ккал/м^3) – 263,11 руб/1000 м^3.

По мнению авторов, в настоящее время нецелесообразно вести речь о широком тиражировании процесса ПГУ, а следует тщательно, с привлечением специалистов не только горного дела, но и экономистов, энергетиков, экологов, химиков разработать технологическое задание на проектирование опытно-промышленной установки, куда должны войти наиболее перспективные разработки отечественных и зарубежных ученых. Решение о широком тиражировании ПГУ может быть принято только после апробирования рекомендованных технических решений в промышленных условиях.

Вывод

Предлагаемый способ подготовки энергетического газа подземной газификации каменных и бурых углей обеспечивает улучшение экологических показателей комплекса подземной газификации, увеличение теплового потенциала энергетического газа на 13-43%, уменьшение капитальных затрат на строительство установки ПГУ почти в 2,0 раза, себестоимости получаемого энергетического газа в 1,7 раза, дисконтированного срока окупаемости инвестиций на 41%, увеличение выработки тепловой энергии на 10,5% и дополнительно произвести электроэнергии 151 296 МВт*ч в течение года. Данный способ может быть использован при разработке месторождений полезных каменных и бурых углей методом подземной газификации.

Библиографический список

1. Крейнин Е.В. Нетрадиционные термические технологии добычи трудноизвлекаемых топлив: уголь, углеводородное сырье. — М.: ООО "ИРЦ Газпром", 2004.
2. Васючков Ю.В., Воробьев Б.М. Способ получения электроэнергии при бесшахтной углегазификации и/или подземном углесжигании. Патент на изобретение №2100588 РФ.
3. Аренс В.Ж., Вертман А.А., Хчеян Г.Х. Новые подходы к использованию невостребованных ресурсов твердых полезных ископаемых // Вестник Российской Академии Естественных наук. – 2007. – №3.
4. Белов А.В., Звонарев М.И., Гребенюк И.В. и др. Способ подземной газификации. Патент на изобретение №2381356 РФ.
5. Зоря А.Ю., Крейнин Е.В., Лазаренко С.Н. Новые возможности // Уголь Кузбасса. Межрегиональный научно-практический журнал. – 2009. – №4.
6. Раимжанов Б.Р., Салтыков И.М., Якубов С.И. Подземная газификация угля: исторические сведения и проблемы // Горный вестник Узбекистана. 2008. – №1.
7. Раимжанов Б.Р., Якубов С.И. Использование подземных газогенераторов в качестве теплогенераторов // Горный вестник Узбекистана. 2005. – №3.
8. Салтыков И.М., Якубов С.И. Подземная газификация угля – «история в лицах» // Горный вестник Узбекистана. 2008. – №2.
9. Лавров Н.В., Кириченко И.П. Состояние и перспективы подземной газификации углей // Вестник Академии наук СССР. – 1958. – №6.
10. Корнилов Д.В. Есть ли будущее у подземной газификации углей // Наука в Сибири. Еженедельная газета СО РАН. – 2004. – №31-32 (2467-2468).
11. Канторович Б.В. Введение в теорию горения и газификации углей. — М.: Металлургиздат, 1960.
12. Школлер М.Б., Прошунин Ю.Е. О развитии углеперерабатывающей промышленности в Кузбассе // ТЭК и ресурсы Кузбасса. – 2001. – №2.
13. Школлер М.Б. , Прошунин Ю.Е. Уголь в высоких технологиях. О кластерном подходе к формированию стратегии социально-экономического развития Кузбасса // Металлы ЕВРАЗИИ. – 2007. – №2.
14. Шишаков Н.В. Основы производства горючих газов. — М.: Госэнергоиздат, 1948.
15. Липович В.Г., Калабин Г.А., Калечиц И.В. и др. Химия и переработка угля. — М.: Химия, 1988.
16. Школлер М.Б. Полукоксование каменных и бурых углей. – Новокузнецк: Инженерная академия России, 2001.

17. Харлампович Г.Д., Кауфман А.А. Технология коксохимического производства – М.: Металлургия, 1995.
18. Вдовченко В.С., Мартынова М.И., Новицкий Н.В., Юшина Г.Д. Энергетическое топливо СССР. – М.: Энергоатомиздат, 1991.

УДК 622.788.32

ОПЫТ ПОЛУЧЕНИЯ И СЖИГАНИЯ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ УГОЛЬНЫХ ОТХОДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ

Никишанин М.С., Нештукова О.А.

ООО «Брикетные технологии»
г.Барнаул

Предприятие «Брикетные технологии» создано в 2009 г. для промышленного внедрения технологии (производства оборудования) брикетирования и механического обезвоживания угольных отходов.

Ранее разработки и внедрение технологий брикетирования проводились нашими специалистами на базе промышленных предприятий Алтайского края и Кемеровской области. Накоплен уникальный опыт промышленного внедрения технологии брикетирования коксовой мелочи, технологии термоокислительного коксования углей с получением на выходе коксового орешка и тепловой энергии.

Получены опытно-промышленные образцы топливных брикетов из таких материалов, как торф, лигнин, угольные шламы, флотоотходы, отсевы, коксовая, полукоксовая мелочь и других материалов.

Предпосылкой для промышленного внедрения технологии брикетирования угольных отходов послужил успешный опыт собственных лабораторных исследований, а также испытания полученных образцов в СибНИИуглеобогащения г. Прокопьевск, СибГИУ г. Новокузнецк.

Брикетирование без связующих веществ.

В настоящее время технология брикетирования угольных отходов (шламов, флотохвостов, дробленного бурого угля) без применения связующих веществ получила дальнейшее развитие.

В 2010-м году предприятием «Брикетные технологии» разработаны и изготовлены несколько модификаций малых установок для брикетирования угольных шламов.

Работы по созданию малых опытно-промышленных установок для брикетирования угольных отходов осуществлялись в рамках предпроектных работ по созданию комплекса по производству брикетов мощностью до 20 т./час.

Созданные установки позволяют брикетировать без связующих веществ угольные шламы, кек, флотохвосты влажностью 10-25%.

Рисунок –1 Вид малой промышленной установки для брикетирования угольных отходов (установка №4 ООО «Брикетные технологии»)

Изготовлены несколько промышленных партий брикетов, проведены испытания по сжиганию полученных брикетов в котельных Кемеровской области.

Топливные брикеты из угля и угольных отходов.

Угольные брикеты изготавливались из шламов, отсевов угля, отходов флотации обогатительных фабрик и шахт. Каждая партия полученных брикетов (гранул) значительно отличается по характеристикам. В зависимости от исходного сырья, брикеты имеют калорийность от 3600 – 5400 ккал/кг.

Рисунок 2 – Получение брикетов на установке №3

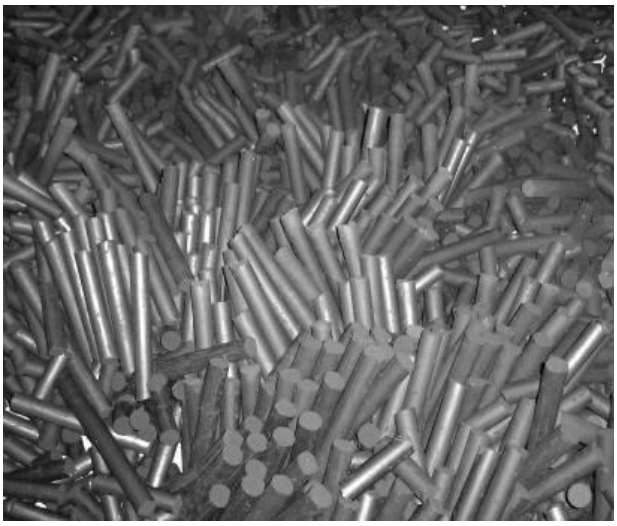


Рисунок 3 – Партия брикетов из флотохвостов и шламов (1,7 т.), получены на установке №3

При правильном соблюдении технологических режимов, состава брикетируемой массы брикеты получаются хорошей механической прочности. Средняя прочность на сжатие получаемых брикетов, гранул составляет 10 – 25 кГс/см^2 что значительно выше существующих аналогов.

Опыты по сжиганию брикетов

Рисунок 4 – Горение брикетов

Первые опыты по сжиганию брикета проводилось на обычном мангале с небольшим поддувом, на решете (в качестве колосников) с диаметром отверстий 12мм.

Рисунок 5 – Вид сгорающих брикетов через 1час 30 минут после начала горения.

Рисунок 6 – Вид догорающих брикетов и зола, оставшаяся после сжигания брикетов.

Брикет, гранулы сгорали равномерно, более длительно, чем уголь. Разрушения брикетов в мелочь в процессе горения не наблюдалось. Брикеты сохраняют начальную форму до конца горения.

Это дает большое преимущество при использовании брикетов в домашних хозяйствах, бытовых печах, котлах, поскольку потери угля, в аналогичной ситуации, за счёт просыпа и недожога составляют 10-25%.

Опыты по сжиганию брикетов, изготовленных на установках ООО «Брикетные технологии» в печах и котлах частных домов показывают, что длительность горения брикетов в полтора – два раза выше, чем горение угля. КПД котла, топки при работе на брикетах существенно увеличивается, в результате для выработки одинакового количества тепла расход брикетированного топлива на 20 – 30% меньше.

Рисунок 7 – Сжигание брикетов произведенных на установке предприятия «Брикетные технологии» в домашней печи.

Последующие опыты по сжиганию брикетированного топлива проводились в промышленных котлах на базе предприятий г.Прокопьевска.

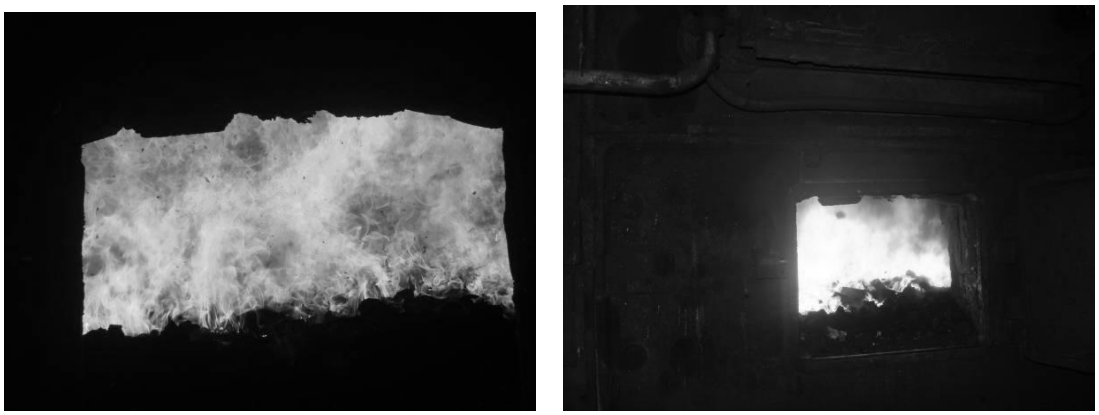


Рисунок 8 – Сжигание брикетов, произведенных на установке №3 в котельной (г.Прокопьевск, август 2010 г.)

Ниже приведены выдержки из протоколов испытаний брикетов (гранул):

Протоколы испытаний брикетов

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 1
от 05.08.2010г.

Дата поступления: 05.08.2010г
Дата проведения испытаний:05.08.2010г
Характеристика и обозначение испытываемого образца: брикеты из шлама ш. Тырганская производства ООО «Брикетные технологии»

Таблица 1 – Результатов испытаний пробы

Наименование и обозначение определяемых показателей, состояние топлива	Единица измерения	Метод испытания для данного показателя, обозначение и номер НД	Результаты испытаний
Влага общая, W^r_t	%	ГОСТ 11014-01	11,0
Зольность, A^d сухое состояние t - 815°C	%	ГОСТ 11022-95	24,0
Выход летучих веществ, V^{daf} сухое беззольное состояние t - 900°C	%	ГОСТ 6382-2001	29,9
Высшая теплота сгорания,Q_s^{daf} сухое беззольное состояние	ккал/кг	ГОСТ 147-95	8060
Низшая теплота сгорания, Q^r_i рабочее состояние (расчетная величина)	ккал/кг	ГОСТ 27313-95	5198

ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 2
от 05.08.2010г.

Дата поступления: 05.08.2010г
Дата проведения испытаний:05.08.2010г
Характеристика и обозначение испытываемого образца: брикеты из флотоотходов ф. Коксовая производства ООО «Брикетные технологии»

Таблица 2 – Результатов испытаний пробы

Наименование и обозначение определяемых показателей, состояние топлива	Единица измере-ния	Метод испытания для данного показателя, обозначение и номер НД	Результаты испытаний
Влага общая, W^r_t	%	ГОСТ 11014-01	13,2
Зольность, t -815°C A^d сухое состоя-ние	%	ГОСТ 11022-95	39,9
Выход летучих веществ, V^{daf} сухое беззольное состояние t - 900°C	%	ГОСТ 6382-2001	31,0
Высшая теплота сгорания,Q_s^{daf} сухое беззольное состояние	ккал/кг	ГОСТ 147-95	7960
Низшая теплота сгорания, Q^r_i рабочее состояние (расчетная величина)	ккал/кг	ГОСТ 27313-95	3928

Механическое обезвоживание.

Следующим перспективным направлением промышленного внедрения является технология механического разделения жидкой и твёрдой фаз, механическое обезвоживание.

Промышленное внедрение данной технологии (разработанной компанией «Брикетные технологии») получит применение как отдельный процесс обезвоживания высоковлажных материалов типа угольных шламов, кека пресс-фильтров, торфа, ила и прочих материалов.

Механическое обезвоживание также рассматривается как вспомогательный процесс для организации линий брикетирования угольных отходов с показателями влажности до 30-40%.

Предлагаемая технология может использоваться во всех сферах, где требуется разделение твёрдой и жидкой фаз под давлением, как например в химической, горнорудной, металлургической, углеобогатительной, фармацевтической, пищевой промышленности, в сельском хозяйстве, в очистке осадков сточных вод и тд.

Предлагаемая технология механического обезвоживания особо влажных и мелкодисперсных материалов при высоком удельном давлении позволяет ускорить время отжима и значительно снизить конечную влажность. Данная технология применима для переработки бурых углей высокой исходной влажности, что исключает их смерзание и улучшает условия подачи по существующим трактам топливоподачи.

При проведении предварительных проработок по механическому обезвоживанию в лабораторных условиях получены следующие результаты таблица3.

Таблица 3 – Данные по механическому обезвоживанию

	Наименование материала	Исходная влажность $W_{исх}$ %	Влажность после отжима $W_{отж}$ %	Доля удаленной влаги, %
1	Угольный шлам шахта «Полосухинская»	35-45	13-22	48-53
2	Угольный шлам р-з «Черниговский»	30-35	13-15	47-50
3	Угольный шлам ГОФ «Коксовая»	35-38	15-22	46-53
4	Флотохвосты ф-ки «Коксовая» карта №5	19-21	8-15	50-55
5	Бурый уголь (Итат)	30	18	40-45
6	Угольный шлам	17-18	8-12	45-47
7	Кек пресс-фильтра ЦОФ «Кузбасская»	35-42	15-22	45-55
8	Уголь шлам обогатит. фаб.«Тырганская»	22-28	8-15	45-55
9	Лигнин	65-68	50-55	35-46
10	Иловые осадки 65-70% измельчённые ТБО 30-35%	55-57	35-38	50-56

Эффективность разработанной технологии механического обезвоживания была проверена в СибНИИ углеобогащения г.Прокопьевск. Проведены исследования по сравнению работы опытной установки ООО «НПП БРИКЕТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ» и существующего лабораторного оборудования в СибНИИуглеобогащения г. Прокопьевск.

Таблица 4 – результаты обезвоживания на различных установках

№ п/п	Вес, объем обезвоживаемого материала	Объем фильтрата мл	Содержание твердого, г/л	Влажность осадка,%
Исходный шлам, ЦОФ «Сибирь», A^D=11.0 %, W^P=21,7%				
1. обезвоживаемый на опытной установке ООО «НПП БРИКЕТНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»				
1.	42 гр.	3	0,7	10,1
2.	42 гр.	2	1,5	12,3
2. Флотоконцентрат (225,3 г/л) обезвоживаемый на опытной установке				
1.	40 мл	17	0,8	19,5
2.	40 мл	27,5	4,7	26,1
3.	40 мл	27,5	27,5	18,7
4.	60 мл	44	1,3	16,7
3. Флотоконцентрат обезвоживаемый на лабораторном вакуум фильтре СибНИИ углеобогащения				
1.	1000 мл	180	5,7	31,8

Как следует из приведённых выше данных, в процессе воздействия на материал удаляется в среднем 40 - 50% балласта (воды), при минимальных энергетических затратах, при этом повышается калорийность топлива, плотность, а также улучшается возможность транспортирования материала

по существующим трактам топливоподачи и сжигания в стандартных топках.

При переработке и добыче угля, в частности, при его обогащении, образуется огромное количество неутилизуемых или утилизуемых неквалифицированно тонкодисперсных отходов (в основном, в виде шламов), содержащих, в ряде случаев, до 50 – 70 % угольного вещества. Накопление и складирование таких отходов не только наносит существенный ущерб земельным ресурсам, но и крайне невыгодно с экономической точки зрения.

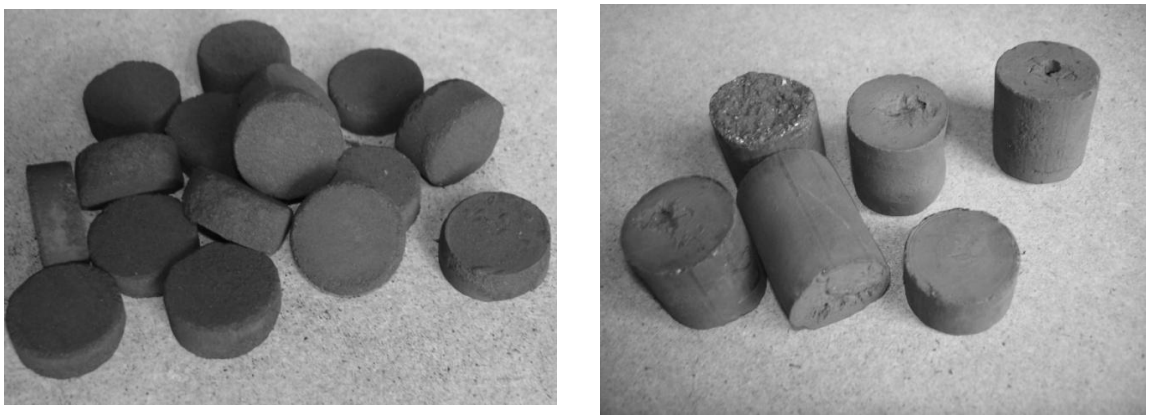


Рисунок 8 – Брикеты углей без связующих веществ

На сегодняшний день разработаны варианты брикетирования углей без связующих веществ и с одновременным механическим обезвоживанием. При этом угли высокой исходной влажности зимой не смерзаются, и нет проблем в транспортировании, подаче угля в топку, что значительно улучшает возможность их применения. Также имеются наработки в области обезвоживания и брикетирования иловых осадков, лигнина, пивной дробины с добавлением ТБО, угольной мелочи и прочих отходов.

Совместно с производителями котельного оборудования имеются предложения, конструктивно-технологические решения по сжиганию полученных брикетов, угольной мелочи, опилок, лузги и других материалов в токах различного типа, а также в вихревых газогенераторах, с получением тепла, силового газа и соответственно электроэнергии.

Библиографический список

1. Брикетирование отходов углей и кокса для получения специальных видов топлива / В.М. Динельт, В.И. Ливенец, М.С. Никишанин, В.М. Страхов // Управление отходами - основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе: Сборник докл. II Междунар. научно-практ. конф.- Новокузнецк: Изд-во СибГИУ, 2008.- С. 80-83.

2. Малооперационная технология получения брикетов из тонкодисперсных углеродистых материалов и отходов./ В.М. Динельт, В.И. Ливенец, М.С. Никишанин, Е.Г. Григоркин // Известия Вузов Черная металлургия. 2007. № 6. С. 61 – 63.

3. Динельт В.М. Получение топлива и специальных видов кокса на основе окомкования углей и углеродистых материалов./ В.М. Динельт, В.И. Ливенец, В.М.Страхов // Кокс и химия. – 2003. – № 9. – С. 40 – 43.

УДК 669.1.004.82

ПУТИ УТИЛИЗАЦИИ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ И КОНЦЕНТРАТОВ УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК КУЗБАССА

Динельт В.М., Иванов В.П., Аникин А.Е.

Кузнецкий центр ФГУП ВУХИН
Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

Наличие значительных количеств тонкодисперсных классов в углях, поступающих на обогащение, создает существенные трудности в работе углеобогатительных фабрик (УОФ), приводя к росту стоимости затрат, а часто и к возникновению проблем с утилизацией шламов. При обогащении на УОФ коксующихся углей это приводит к увеличению доли пылевидных классов в товарном концентрате, что может явиться причиной снижения производительности коксовых печей, ухудшения качества кокса, каменноугольной смолы, пека и т.д.

В связи с указанными трудностями, а, возможно, и ввиду определенных недостатков в существовавшей технологии обогащения углей, в отстойниках (шламохранилищах) многих УОФ Кузбасса скопились значительные количества обводненных угольных шламов с зольностью в пределах от 25 до 55 % и более. Их утилизация, равно как и утилизация шламов текущей переработки УОФ, является чрезвычайно злободневной проблемой.

Применительно к высокозольным шламам углей (в том числе коксующихся) одним из путей их утилизации может быть сжигание (без дополнительного обогащения) в топках котельных агрегатов после их обезвоживания. Разработаны, в частности, способы сжигания подобных шламов (при их зольности до 20-25 %) в топках с «кипящим» слоем. Последние, однако, в нашей теплоэнергетике мало распространены. Самостоятельное сжигание шламов с высокой зольностью в пылевидных топках котлоагрегатов экономически нецелесообразно в связи со снижением их теплового к.п.д. Поэтому на некоторых наших ТЭЦ подобные шламы используют лишь в качестве небольшой присадки к основному твердому топливу.

Ранее нами была показана возможность получения из указанных шламов окускованного топлива для слоевого сжигания, например, в котельных [1, 2]. При брикетировании, например, отвальных шламов ЦОФ «Абашевская» и «Кузнецкая» со связующими (концентраты лигносульфо-

натов, растворы щелочей) были получены высококалорийные брикеты, имеющие высокую ударную прочность (от 80 до 98%) и прочность на сжатие (от 12 до 22 МПа).

Применительно к тонкодисперсным шламам коксующихся углей их использование для энергетических целей (даже в окомкованном виде) вряд ли можно считать наиболее целесообразным. Их применение для коксования, хотя бы и после дополнительного обогащения, является более экономичным.

Однако в данном случае не снимаются с повестки дня отрицательные аспекты присутствия значительных количеств тонкодисперсных фракций в шламах и концентратах (например, во флотоконцентратах), являющихся частью угольного сырья для коксования, о чем говорилось выше. Одним из путей решения этой проблемы может быть окомкование тонкодисперсной части угольной шихты (низкозольных шламов, флотоконцентратов, мелких концентратов и т.д.) методом брикетирования или гранулирования с последующим добавлением полученных конгломератов к шихте. Например, Сухоруковым [3] в полузаводских условиях показано, что грануляция со связующим наиболее тонкодисперсной части угольной шихты (< 1 мм), подготовленной методом пневмомеханической сепарации, позволила снизить количество пылевидных классов (< 0,5 мм) в шихте с 36,0 до 21,8 %, повысить ее насыпную массу на 5 % при одновременном некотором улучшении качества кокса по показателю истираемости.

Известно, что уплотнение измельченных углей и угольных шихт методом их брикетирования (частичного или полного) позволяет не только повысить производительность коксовых печей на 7-9 % [3, 4], но и является действенным приемом увеличения их спекаемости, что создает предпосылки для соответствующего улучшения качества кокса. Известный советский теоретик в области теории процесса коксования проф. Грязнов [5] выразил математически влияние различных факторов (в том числе плотности угольной загрузки) на прочность поверхностного спекания угольных зерен при коксовании:

$$F = a \cdot \left(\frac{p \cdot \tau}{\eta}\right)^{1/2} \cdot I\,,$$

где p – давление в пластическом состоянии,

τ – время,

η – кажущаяся вязкость пластической массы,

a – коэффициент прочности на разрыв участка контакта соседних зерен,

I – безразмерный параметр начальной плотности угольной загрузки,

$$I = \sqrt{4 \cdot \pi \cdot R_0^2 \cdot n}\,,$$

где R_0 – радиус исходных угольных зерен,

n – число контактов зерен на единице площади сечения слоя угольной массы.

Из приведенного уравнения видно, что наибольшего эффекта влияния предварительного уплотнения углей на их спекаемость следует ожидать для углей и угольных смесей с пониженной коксуемостью, обладающих повышенной вязкостью пластической массы (η). Действительно, как показали Тайц и Фесенко [6], кокс с вполне приемлемой истираемостью (М10 = 7,5-8,0 %) может быть получен и из углей, имеющих толщину пластического слоя y = 7 мм, если их предварительно уплотнить до 1,2 т/м^3 (что соответствует плотности угольных брикетов при p = 20-50 МПа). С другой стороны, заданная прочность поверхностного спекания угольных зерен может быть обеспечена не только за счет высокой плотности угольной загрузки, но и за счет регулирования состава и свойств брикетируемой смеси (в том числе путем подбора количества и качества связующего и других ее компонентов).

Сухоруков [3] приводит результаты полузаводских коксований шихты Нижнетагильского металлургического комбината (НТМК) с добавлением брикетов, из которых следует, что наилучшие показатели прочности имел кокс из шихты с добавлением 30 % брикетов, изготовленных не из исходной шихты, а из смесей пониженной спекаемости, содержащих до 60-70 % угля марки СС Бачатского разреза, 20-30 % угля марки Г17 шахты Распадская и 20 % угля марки Г6 шахты 7 Ноября. Характерно, что прочность коксобрикетов, полученных из этих смесей в полузаводских печах ВУХИНа, была практически такой же, как у кокса из заводской шихты НТМК (y = 16 мм). Автор также показал, что при частичном брикетировании шихты Орско-Халиловского металлургического комбината (ОХМК) с пониженной спекаемостью (y = 15 мм), включавшей 20 % смеси углей марок Г6 и СС, и доле брикетов в шихте, равной 30%, был получен кокс с лучшими прочностными характеристиками, чем из обычной заводской шихты (y = 18 мм).

На основании вышеизложенного совершенно очевидно, что наиболее целесообразно применение брикетирования в случае наличия у УОФ или коксохимического производства (КХП) ресурсов тонкодисперсных угольных шламов и концентратов, обладающих пониженной спекаемостью. В этом случае решается две проблемы: снижается содержание пылевидных классов в шихте для коксования со всеми вытекающими отсюда положительными эффектами и обеспечивается улучшение спекаемости слабоспекающихся шламов и концентратов за счет уплотнения, приводящее при определенных условиях к улучшению качества кокса. Следует отметить, что на ряде УОФ Кузбасса имеются низкозольные флотоконцентраты, кеки и шламы углей некоторых марок (например, КС, КСН, СС, ГЖО и др.), включение которых в угольные шихты для коксования далеко не всегда является желательным. Получение на их основе брикетов (в том числе как товарной продукции) позволило бы достичь гораздо более полного их использования для слоевого коксования.

Нами в лабораторных условиях [1, 2] показано, что из смесей шламов (на примере шламов ЦОФ «Абашевская») и флотоконцентратов (на примере флотоконцентрата углеобогатительного цеха КХП Западно-Сибирского металлургического комбината (ЗСМК)), отощенных значительными добавками коксовой пыли с установки сухого тушения кокса (УСТК), могут быть получены коксобрикеты, превосходящие по прочности лабораторный кокс из шихты ЗСМК. Так, коксобрикеты из шламов углей марки ГЖ ЦОФ «Абашевская» (50 %) и пыли УСТК (50 %) с добавлением в качестве связующих 5-8 % концентратов лигносульфонатов и смолы имели прочность при испытании в лабораторном барабане, %: 94,2-98,7 (П25) и 1,3-6,3 (П10). Из смеси, состоящей на 85 % из флотоконцентрата углеобогатительного цеха КХП ЗСМК (y = 10 мм) и 15 % пыли УСТК с тем же расходом связующих были получены коксобрикеты с прочностью, %: 94,1-96,7 (П25) и 3,2-5,3 (П10). Из насыпной шихты ЗСМК в этих же условиях был получен кокс с прочностью П25 – 92,0 %; П10 – 7,0 %.

В последнее время нами были проведены лабораторные коксования брикетов на основе низкозольных кеков (кл. ≤ 0,5 мм) и шламов кл. 3-0 мм), полученных при обогащении углей марки КСН (у ≈ 7 мм) в спиральных классификаторах на ЦОФ «Анжерская». Прочность лабораторного кокса из брикетов на основе кека с добавлением 8 % лигносульфоната (или мелассы) составила, %: П25 – 83,1; П10 – 4,9, а коксобрикетов на основе недробленых шламов (с таким же расходом связующего): П25 – 97,2 %; П10 – 2,8 %. При добавлении 30 % от массы загрузки указанных брикетов к шихте КХП ЗСМК в лабораторных условиях был получен кокс с показателями: П25 – 89,3 %; П10 – 5,7 %. Как видно, указанный кокс несколько уступает по прочности коксу из обычной насыпной шихты ЗСМК, хотя и превосходит его по показателю истираемости. В данном случае, требуется, по-видимому, некоторая корректировка состава и спекающих свойств тонкодисперсных шламов ЦОФ «Анжерская» перед брикетированием путем добавления к ним других компонентов.

Таким образом, брикетирование тонкодисперсных шламов и концентратов УОФ Кузбасса как применительно к энергетическим, так и к коксующимся углям, позволяет не только с успехом решить проблему их утилизации с получением продуктов с повышенной потребительской ценностью, но и в ряде случаев (например, для углей с пониженной спекаемостью) существенно расширить масштабы их использования для слоевого коксования при одновременном увеличении производительности коксовых печей и улучшении качества получаемого кокса.

Дальнейшие исследования в указанной области следует вести не только в направлении определения ресурсов соответствующего сырья на УОФ (включая и принадлежащие им шламонакопители), но и в направлении выбора оптимальных критериев оценки качественных характеристик брикетируемых смесей и вмещающих шихт, обеспечивающих получение высококачественного кокса.

Библиографический список

1. Динельт В.М., Ливенец В.И., Капленко А.А. // Кокс и химия, 1998. – № 9. – С. 44-47.
2. Динельт В.М., Ливенец В.И., Страхов В.М. // Кокс и химия, 2003. – № 9. – С. 40-43.
3. Сухоруков В.И. Научные основы совершенствования техники и технологии производства кокса / В.И. Сухоруков. – Екатеринбург, 1999. – 393 с.
4. Дюканов А.Г., Васильев Ю.С. и др. Нетермические методы подготовки углей и шихт к коксованию // Сб. трудов УХИН. – М.: Металлургия, 1984. – С. 11-18.
5. Грязнов Н.С. Пиролиз углей в процессе коксования / Н.С. Грязнов. – М.: Металлургия, 1983. – 184 с.
6. Тайц Е.М., Фесенко Ю.А. Нетермические методы подготовки углей и шихт к коксованию // Сб. трудов УХИН. – М.: Металлургия, 1984. – С. 21-24.

УДК 662.749.2:634.0.864:541.1:546.59, 622.742:62.742:62.56

СОРБЕНТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ ОТХОДОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕЙ И ДРЕВЕСИНЫ

СТРАХОВ В.М.

ОП «Кузнецкий центр» ФГУП «ВУХИН»
г. Новокузнецк

Для получения сорбентов и расширения их сырьевой базы ВУХИНом совместно со специализированными организациями разработаны технологии с использованием отходов термической переработки углей и отходов гидролизной и биохимической переработки древесины.

Благоприятная техническая возможность производства сорбентов из углей имеется в Кузбассе. На Ленинск-Кузнецком заводе полукоксования производится полукокс из углей марки Д в вертикальных шахтных печах с внутренним обогревом. Карбонизация угля осуществляется за счет тепла газа-теплоносителя, поступающего в печь с температурой 600-750°С. При этом температура в угольной загрузке печи находится на уровне 550-600°С. Валовый полукокс сортируется на несколько классов крупности. При этом образуются отходы класса менее 10 мм, которая маркируется как полукокс П-3. Именно этот полукокс представляет интерес для приготовления сорбентов экологического назначения (таблица 1)[11].

[11] В работе принимали участие от ВУХИНа – О.Г. Унтербергер, В.Д. Глянченко, Н.В. Капустина, И.В. Суровцева

Полукокс представляет собой высокоактивный углеродистый материал (реакционная способность по CO_2 – 4,35 см^3/г·с) с общей пористостью (36,2 %) сопоставимой с высокотемпературными коксами. Он обладает значительной удельной поверхностью, обусловленной наличием более широко развитой системы микро- и мезопор.

Таблица 1 – Качество полукокса марки П-3

Показатели	Значение
Технический анализ, %:	
W^r	17,0
A^d	11,4
V^{daf}	18,6
S^d	0,30
Содержание фиксированного углерода (C_{fix})/ %	72,1
Реакционная способность по CO_2 при 1000°С, см^3/г·с	4,35
Плотность, г/см^3:	
действительная	1,510
кажущаяся	0,964
Пористость, %	36,2
Общий объем пор. см^3/г	0,375
Объем микро- и мезопор, см^3/г	0,141
Удельная поверхность по БЭТ, м^2/г	217
Структурная прочность, %	64,7

Исследованиями установлено, что зольность, прочность и насыпная плотность линейно связаны со степенью обгара при активации. Степень корреляции полученных зависимостей имеет высокие значения 0,868-0,931. Зависимости сорбционной емкости полученных полукоксов от степени обгара имеют линейный вид и высокие степени корреляции 0,850-0,965. Одним из основных показателей качества сорбентов является его насыпная плотность (масса одного литра сорбента). Зависимости сорбционной емкости от насыпной плотности сорбентов имеют также линейный вид и высокие коэффициенты корреляции 0,652-0,870.

Таблица 2 – Зависимости показателей качества сорбента

№ п/п	Показатель качества сорбента	Уравнение зависимости	R^2, %
1	Зольность сорбента от степени обгара	A^d=8,355+0,455$C_{обг.}$	0,931
2	Прочность сорбента на истирание от степени обгара	П=85,864-0,417$C_{обг.}$	0,919
3	Насыпная плотность от степени обгара	(ВД)^d=678,36-5,116$C_{обг.}$	0,868
4	Сорбционная емкость по бензолу от степени обгара	$E_{бенз.}$=12,995+6,740$C_{обг.}$	0,965
5	Сорбционная емкость по йоду от степени обгара	$E_{йод}$=16,476+13,413$C_{обг.}$	0,850
6	Сорбционная емкость по фенолу от степени обгара	$E_{фен.}$=10,043+4,387$C_{обг.}$	0,888

Продолжение таблицы 2

№ п/п	Показатель качества сорбента	Уравнение зависимости	R2, %
7	Сорбционная емкость по бензолу от насыпной плотности	$E_{бенз.}$=824,36-1,16(ВД)^d	0,870
8	Сорбционная емкость по йоду от насыпной плотности	$E_{йод}$=1534,4-2,14(ВД)^d	0,652
9	Сорбционная емкость по фенолу от насыпной плотности	$E_{фен.}$=526,97-0,73(ВД)^d	0,757

Качество полученных активированных полукоксов как сорбентов оценивали по их емкостным и прочностным параметрам в сравнении с такими же параметрами промышленных дробленных активированных углей. При этом показатель пригодности сорбента для очистки газовых выбросов от органических веществ принимали статическую емкость по парам бензола (толуола), а пригодность для очистки стоков промышленных предприятий от органики оценивали по емкости сорбента при извлечении фенола из водного раствора.

Влияние режима активирования на емкостные свойства (по бензолу, фенолу и йоду) сорбентов, полученных из полукокса, представлено в таблица 3.

Таблица 3 – Физико-механические и сорбционные свойства сорбентов.

№ опыта	Режим получения сорбента			Технический анализ, %			Насыпная плотность, г/дм^3	Прочность по МИС, %	Сорбционная емкость, мг/г			
	температура, °С	продолжительность активации, ч	обгар (активация),%	A^d	V^{daf}	S^d			по бензолу	по фенолу	по йоду	по метиленовому голубому
1	750	2	11,6	15,2	2,4	0,26	608	80,0	119,2	56,9	165	не осв.
2	750	6	22,5	18,2	3,2	0,20	576	76,6	160,6	130,1	345	3,0
3	850	2	19,6	17,2	1,6	0,29	551	79,0	149,9	87,1	324	3,0
4	850	6	52,7	34,5	1,8	0,12	421	62,8	374,4	246,1	752	33,0
5	870	4	45,5	29,6	2,3	0,12	443	65,9	338,6	173,3	673	18,0
6	730	4	17,6	15,2	2,6	0,20	538	74,8	130,7	85,1	216	не осв.
7	800	1,2	13,1	15,4	2,5	0,20	624	80,2	113,9	78,5	216	не осв.
8	800	4	33,0	20,7	2,5	0,15	552	74,5	216,6	160,8	506	6,0
9	800	6,8	33,0	19,9	2,5	0,25	507	74,0	246,2	202,6	546	9,0

Удовлетворительные результаты сорбции по бензолу могут быть достигнуты при длительности активирования более 2 ч. Повышение температуры с 750 до 850°С приводит к увеличению емкости с 119 до 150 мг/г

при сохранении прочности по МИС на уровне 79-80 % (табл. 3). Максимальная емкость по бензолу, равная 339-374 мг/г достигнута при температуре 850-870°С и времени активирования 4-6 ч. Однако, прочность сорбентов при этом снижается до 63-66 %, но остается вполне приемлемой для промышленного использования.

Полукокс, активированный при 730-750°С и времени 2-4 ч, обладает слабыми сорбционными свойствами по отношению к фенолу (57-85 мг/г). Однако с увеличением как температуры, так и времени активирования до 4-6 ч сорбционная емкость по фенолу повышается до 160-246 мг/г (таблица 3). Сорбция по йоду имеет максимальные значения (673-752 мг/г) 850-870°С и продолжительности активирования 4-6 ч. (табл.3).Сравнения опытных сорбентов из полукокса, полученных на оптимальных режимах активирования, с промышленными дроблеными активными углями подтверждает, что опытные сорбенты превосходят показатели сорбционной способности, например, по йоду угля марки КАД-йодный (673-752 мг/г против 500 мг/г). Пересчитанные по коэффициенту аффинности с бензола на толуол сорбционные емкости полученных сорбентов при температуре 870°С и продолжительности активации 4 ч достигли 300 мг/г, а при 850°С и 6 ч – 271 мг/г. Сорбционная емкость промышленного дробленного активного угля марки ДАУ по толуолу составляет всего 110-135 мг/г .

Организация получения углеродистых сорбентов на основе полукокса непосредственно на заводе полукоксования со сложившейся инфраструктурой позволит снизить их себестоимость. Другим вариантом промышленной реализации производства сорбентов из отсевов полукокса может служить размещение технологии непосредственно на коксохимических производствах, например, на КХП ОАО «НТМК» с использованием установки производительностью 300 т/год.

Другим вариантом получения сорбентов, но уже технологического назначения является использование, например, гидролизного лигнина – многотоннажного отхода при переработке древесины на гидролизных и биохимических заводах. Большая часть таких заводов в России расположена в Восточной Сибири и на Севере европейской части. Количество отходов в виде гидролизного лигнина составляет 2-3 млн. т/год, основная часть которого вывозится в отвалы.

Технические гидролизные лигнины представляют собой сложные комплексы, состоящие из различных по термической стабильности компонентов. В него входят измельченный полимеризованный собственно лигнин, остатки полисахаридов, не отмытые при гидролизе, моносахара, минеральные и органические кислоты, смолы, воски, азотистые вещества Соотношение указанных компонентов зависит от условий процесса гидролиза и природы исходного растительного сырья. При мягких условиях процесса, образуется гидролизный лигнин, содержащий значительное количество трудногидролизуемых полисахаридов – так называемый целлолигнин.

Как показывают исследования и испытания из гидролизного лигнина или на его основе путем термической переработки возможно получение высококачественных углеродистых материалов, которые могут быть использованы в различных производствах. Большое количество работ посвящено разработкам технологии брикетирования и пиролиза гидролизного лигнина с получением из него кокса и полукокса со специфическими свойствами. Эти свойства позволяют рассматривать гидролизный лигнин как сырье для производства сорбентов. Аналогом им могут служить активные угли, получаемые, например, гидролизом торфа.

Особым и самостоятельным направлением использования сорбентов из растительного сырья, в том числе и гидролизного лигнина, может быть технология извлечения благородных металлов из руд. Традиционные промышленные методы извлечения, например, золота достаточно сложны, многостадийны с использованием дорогостоящих материалов и с низким извлечением свободного золота (на уровне 24-72%). Переход на сорбционные процессы позволил резко повысить эффективность золотодобывающей промышленности. При этом появилось множество разработок по получению и использованию различного рода активных углей преимущественно тонкодисперсных зерненых с достаточно высокими прочностью и сорбционной емкостью.

Способность активных углей хорошо поглащать золото и серебро из растворов простых солей и комплексных соединений известна давно. Установлено, что сорбция благородных металлов сопровождается процессами окисления-восстановления в системе уголь-раствор, где уголь играет роль восстановителя. Наиболее высокой восстановительной способностью в отношении катионов тяжелых металлов, а также простых и комплексных ионов золота и серебра обладают высокотемпературные активированные угли, подвергнутые термообработке в атмосфере оксида углерода в вакууме или при 1000°C. Такие угли имеют практически чистую углеродную поверхность и в растворах сильных электролитов в присутствии кислорода воздуха функционируют как своеобразные электрохимические анионообменники. Установлена вытекающая из электрохимической теории адсорбции взаимосвязь между функцией угля как кислородного электрода и его способностью восстанавливать находящиеся в растворе ионы – окислителя.

Многими исследованиями показана важная роль пористой структуры углеродистых сорбентов в процессах сорбционного извлечения благородных металлов из растворов. Большое значение придается и механической прочности сорбентов. Их пониженная прочность влечет за собой потери извлекаемого металла с насыщенным сорбентом.

В свете рассмотренных вопросов по сорбции благородных металлов активированными углями представляет интерес изучить возможность использования для этих целей гидролизного лигнина.

Одним из способов превращения мелкодисперсного гидролизного лигнина в кусковой материал является его брикетирование и термическая обработка.[12]

Специальными опытами определены оптимальные параметры получения механически прочного коксолигнина (на уровне 74-80%) (ГОСТ 16188-70). К ним относятся: давление прессования – 80-100 МПа, крупность исходного лигнина – 3-0 мм, скорость коксования – 2-11 ^{o}С/мин, конечная температура – 900-1000°С.

Оценка сорбционных свойств коксов из гидролизного лигнина и целлолигнина производилась по изотермам сорбции ими золота и серебра из 0,05% раствора NaCN (pH=11). В качестве факторов изучалось влияние на сорбционные свойства коксов из брикетированного лигнина давления прессования, крупности и зольности исходного лигнина, температуры и скорости коксования брикетов.

Изучение сорбции в зависимости от указанных факторов показало следующее.

1. Давление прессования исходного лигнина (3-0 мм) изменяли в интервале 40-450 МПа (температура и скорость коксования поддерживали постоянными 900°С и 3-5°С/мин соответственно).

Давление прессования, МПа	40	80	120	450
Равновесная концентрация Au в растворе, мг/л	1,63	1,43	1,39	1,77
Концентрация Au в коксолигнине, мг/г	3,27	3,32	3,33	3,23

Опыты показали, что, учитывая начальную концентрацию раствора (14,6 мг/л), сорбция Au коксолигнином практически не зависит от давления прессования исходного лигнина.

2. Рассев исходного лигнина на отдельные классы (от 3-1 мм до 0,16-0 мм) показал, что с уменьшением крупности резко возрастает их зольность (от 3,9 до 24,4% соответственно). После многократной отмывки лигнина водой зольность классов резко уменьшилась и практически уравнялась (1,12 и 1,97% соответственно).

Опыты по сорбции серебра коксами, изготовленными из лигнина различной крупности, показали, что коксы, полученные (температура 900°С и скорость 3-5°С/мин) из лигнина мелких классов, обладают лучшими сорбционными свойствами (рисунок 1).

3. Из сравнения сорбции серебра коксами, изготовленными из исходного и отмытого лигнина одинаковой крупности сделан вывод об отрицательном влиянии зольности на сорбционные свойства кокса (рисунок 2).

---

[12] Опыты проводили под руководством д.т.н. В.П. Окладникова (Иркутский институт народного хозяйства)

4. Повышение скорости коксования лигнина в пределах от 2 до 11°С/мин снижает сорбционные свойства кокса (рисунок 3). Особенно это заметно при 950°С и высоких скоростях нагрева –15-25°С/мин (950°С) (в числителе – для кокса из лигнина, в знаменателе – из целлолигнина):

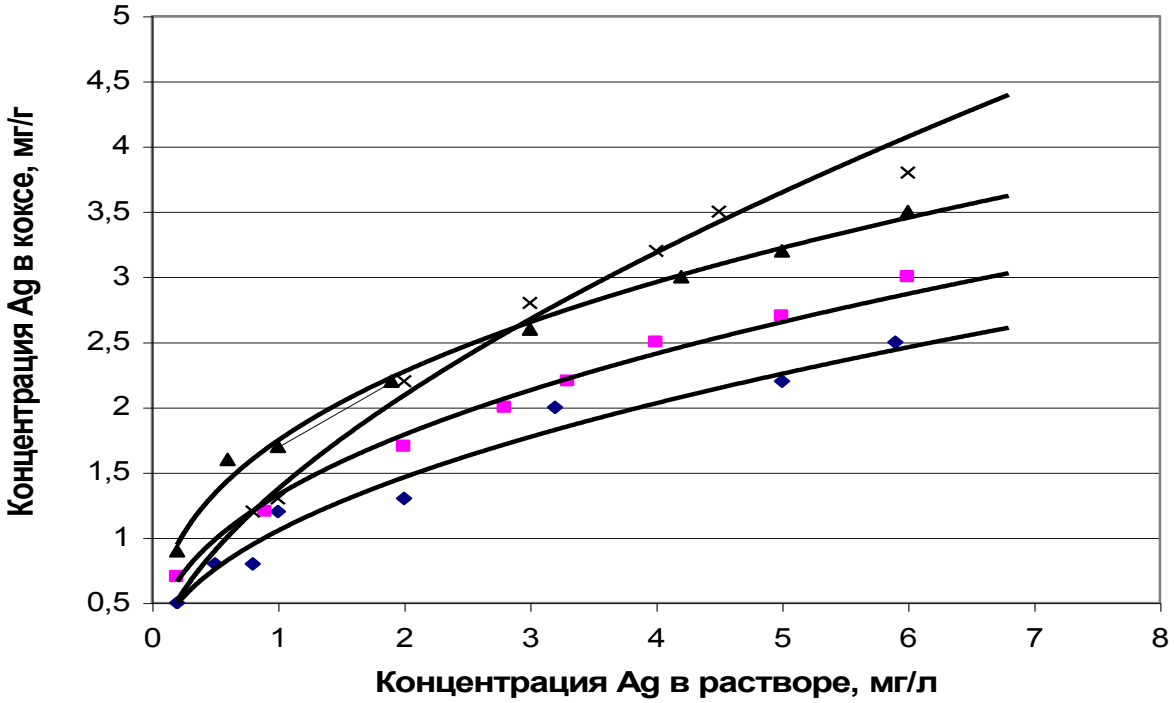
	Скорость коксования, °С/мин		
	2-5	15	25
Концентрация Au в растворе, мг/л	0,5 / 2,81	– / 4,33	7,7 / 5,29
Концентрация Au в коксе, мг/г	5,15 / 6,12	– / 4,60	1,55 / 3,64

5. С увеличением температуры коксования брикетов от 600 до 1000°С (скорость 3-5°С/мин) сорбционная емкость коксов по Au возрастает (рисунок 4). Многочисленные опыты показывают, что такая зависимость достаточно стабильна и наблюдается как на коксах из целлолигнина, так и на коксах из лигнина большинства гидролизных заводов.

Таким образом, из результатов проведенных лабораторных исследований следует, что повышенная сорбционная емкость кокса по отношению к Ag и Au достигается за счет использования при брикетировании лигнина мелких классов (менее 0,5 мм), пониженной зольности (отмытый до A^d =1-3%) и коксования при пониженных скоростях (до 2-5°С/мин) и повышенных температурах (800-1000°С).

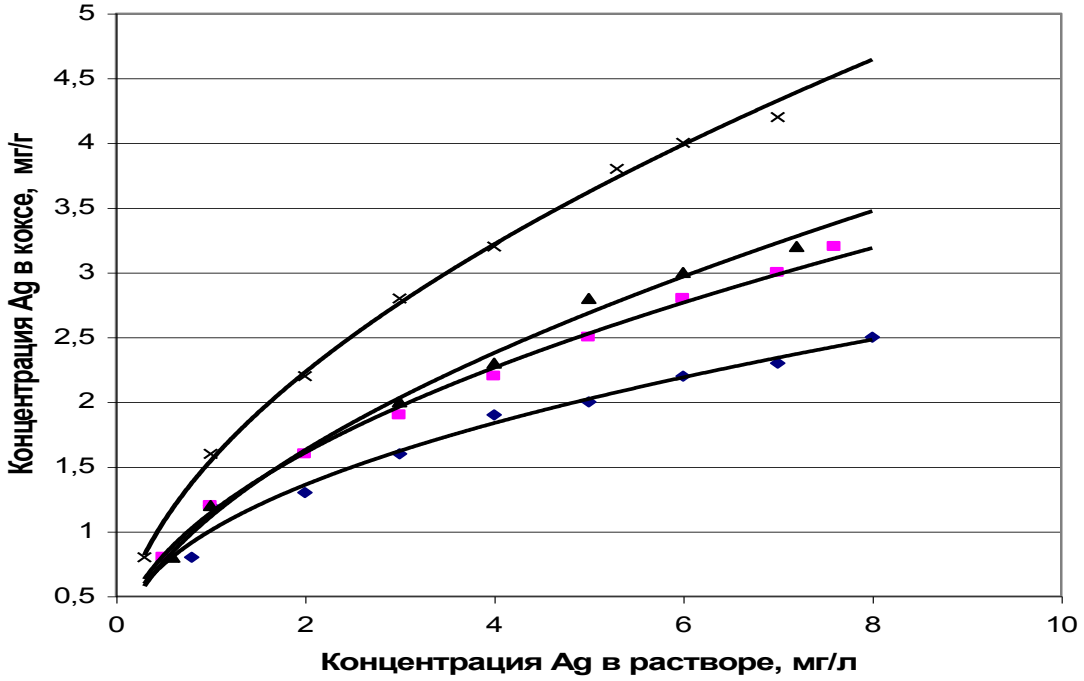
Результаты исследований позволяют заключить о благоприятной пористой структуре коксолигнина. В целом коксолигнин как сорбент характеризуется следующими показателями:

- сорбционная активность по йоду - 34-42%
- осветляющая способность по метиленовому голубому - 67-69 мг/г
- суммарная пористость (по водопоглащению) - 0,80-0,86 $см^3$/г
- удельная поверхность (по адсорбции азота) - 240-250 $м^2$/г
- механическая прочность (ГОСТ 16188-70) - 80-82%



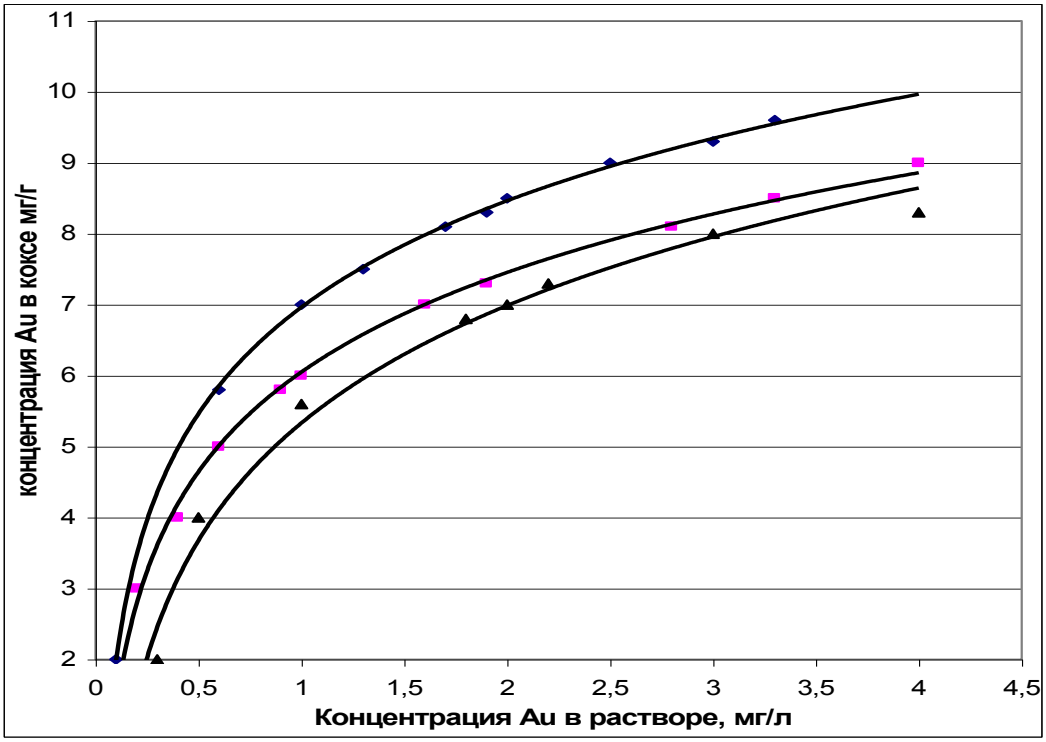
-♦- 3-1 мм (A^d=1,1%); -■- (A^d=1,2 %); -▲- 0,5-0,16 мм (A^d=1,9%); -x- 0,16-0 мм (A^d=2,9%)

Рисунок 1 – Изотермы сорбции серебра коксолигнином различной крупности



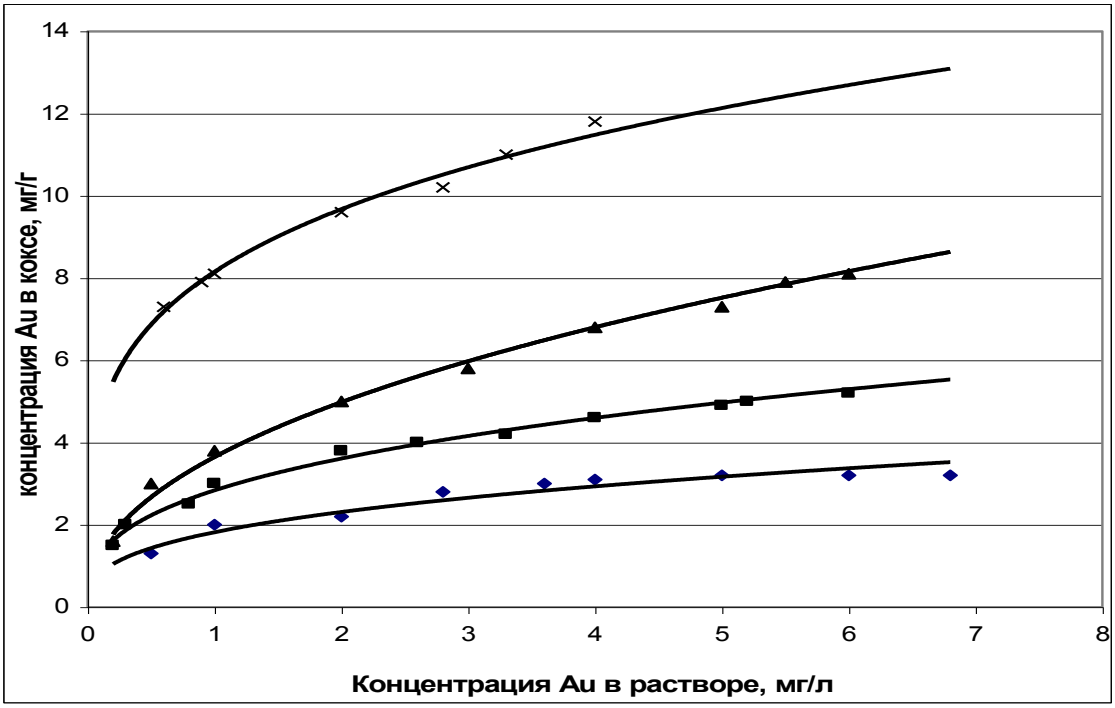
-♦- A^d=3,9 % (3-1 мм); -■- A^d=24,4 % (0,16-0 мм); - ▲- A^d=1,1 % (3-1 мм); -x- A^d=2,0 % (0,16-0 мм);

Рисунок 2 – Изотермы сорбции серебра коксолигнином различной зольности и крупности



-▲- 11°C; -■- 8-9°C; -♦- 2-5°C

Рисунок 3 – Изотермы сорбции золота коксолигнином, полученного при разных скоростях коксования

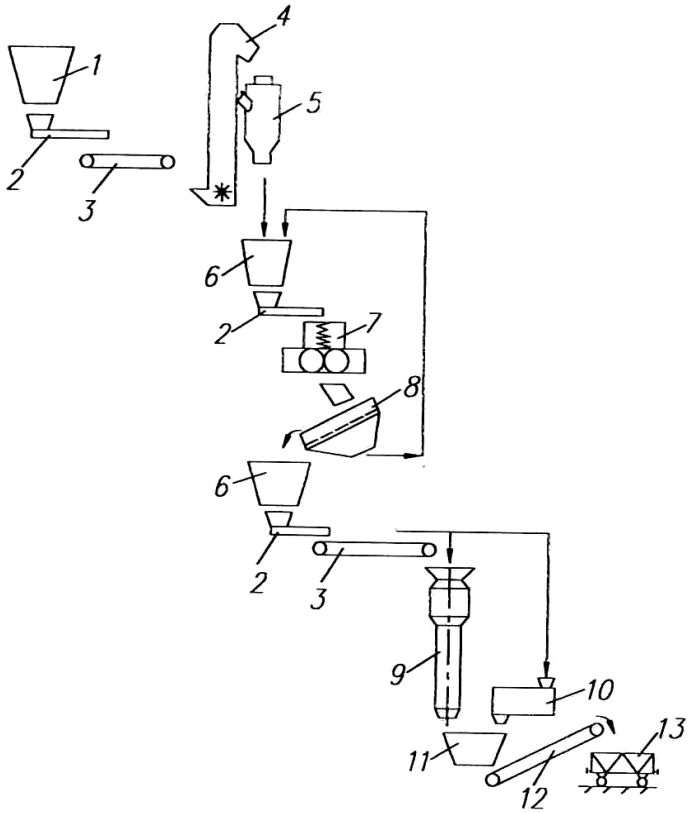


-♦- 600°C; -■- 800°C; -▲- 950°C; -x- 1000°C; -●- 1200°C

Рисунок 4 – Изотермы сорбции золота коксолигнином, полученного при различных температурах

Опытно-промышленные испытания коксолигнина Шумерлинского коксохимического завода как сорбента проведены в условиях цианистого отделения Лебединской золотодобывающей фабрики комбината «Алданзолото». Установлено, что степень извлечения золота из раствора достаточно высокая и составила 93%. При этом емкость насыщенного сорбента составила 100-200 г/т при содержании золота в исходном растворе 0,035 мг/л и удельной нагрузке по раствору УН=11ч$^{-1}$. Отмечено, что высокая механическая прочность (80-82%) коксолигнина позволяет его использовать для сорбции золота из растворов различного типа.

Разработана принципиальная технологическая схема производства кокса из гидролизного лигнина (рисунок 5). Влажный лигнин (W^r=60÷70%) из приемного бункера 1 питателем 2 и конвейером 3 с магнитным сепаратором подают в шахтно-мельничную сушилку или вихревую камеру 4, где он сушится до влажности 10-20%, а затем оседает в циклоне 5. Из бункера 6 сухой лигнин при 40-60°С направляют для брикетирования на валковый пресс 7 (высокого давления 80-100Мпа) с подпрессовщиком. Готовые брикеты подаются на грохот 8.



1-бункер влажного лигнина; 2- питатель; 3- конвейер; 4- сушилка или вихревая камера; 5 – циклон; 6 – бункер сухого лигнина; 7- валковый пресс; 8 – грохот; 9 – печь полукоксования или вертикальная реторта; 10 – кольцевая печь; 11 – бункер сухого тушения кокса; 12 – конвейер-охладитель; 13 – железнодорожные вагоны.

Рисунок 5 – Технологическая схема производства кокса из гидролизного лигнина

Просыпь, крошка, облом по транспортеру возвращают в бункер сухих брикетов. Сырые брикеты транспортируют в непрерывно действующую печь – вертикальную реторту, печь полукоксования 9 или кольцевую печь 10, где их нагревают при заданном режиме. После этого брикеты подвергают сухому тушению в специальном бункере 11, откуда по конвейеру-охладителю 12 их направляют потребителю.

В предложенном процессе получения коксолигнина как сорбента используется практически неограниченная и дешевая (отходы) сырьевая база гидролизного лигнина, стадия его активации исключена, что ведет к значительному упрощению технологии и снижению себестоимости кокса. Кроме того, низкая стоимость полученного сорбента позволит не подвергать его технологически сложным процессам десорбции и регенерации, а отправлять сразу на пирометаллургическую переработку.

Выводы.

1. По сорбентам из отсевов полукокса.

1.1. Используя в качестве сырья отсевы полукокса Ленинск-Кузнецкого завода полукоксования, в процессе активации в кипящем слое возможно получить сорбенты экологического назначения, не уступающие и даже превосходящие по сорбционной емкости промышленные дробленые активные угли.

1.2. Для получения высоких показателей сорбционной емкости активация полукокса должна производиться при температурах не менее 850°С и продолжительности не менее четырех часов. Прочность сорбента по МИС при этом остается достаточно высокой 62,8-65,9 %.

1.3. Промышленное производство сорбентов на основе полукокса может быть организовано либо на заводе полукоксования, либо на одном из коксохимических производств, имеющим установку по активации.

2. По сорбентам из гидролизного лигнина.

2.1 Предложена технология получения кокса из гидролизного лигнина как сорбента для извлечения благородных материалов из технологических растворов. Основные этапы процесса переработки лигнина: сушка, брикетирование, карбонизация, измельчение.

2.2. Определены оптимальные технологические параметры получения коксолигнина, обеспечивающих его максимальную сорбционную емкость по отношению к золоту и серебру.

2.3. Опытно-промышленные испытания коксолигнина как сорбента показали его эффективность при извлечении золота (степень извлечения 93%) из технологических цианистых растворов.

УДК 669.1.004.82

ПОЛУЧЕНИЕ ТОПЛИВНЫХ УГОЛЬНО-НАВОЗНЫХ БРИКЕТОВ

Мурко В.И., Волынкина Е.П.,Крылова Н.Ю., Аникин А.Е., Кравченко А.Е., Гусев Н.В., Шорохова А.В.

ЗАО «НПП «Сибэкотехника»,
Сибирский государственный индустриальный университет,
ООО «БизнесСтройЛига»,
г. Новокузнецк

В настоящее время в России накоплены огромные объемы отходов углеобогащения, которые практически не используются, а сбрасываются в отвалы. Помимо загрязнения окружающей среды, это является крайне нерациональным использованием добытых материальных ресурсов.

Аналогичная ситуация складывается и с отходами агропромышленного комплекса. В частности, на ООО «Чистогорский» (Новокузнецкий район) образуется значительное количество свиного навоза, который в настоящее время не используется.

Для решения данной проблемы была рассмотрена возможность изготовления топливных брикетов из кека ОФ «Щедрухинская (г. Новокузнецк) и свиного навоза ООО «Чистогорский».

Были исследованы различные варианты соотношений компонентов. Методика исследования заключалась в следующем:

– смешивание исходных компонентов при заданном соотношении;

– прессование полученных смесей на гидравлическом прессе;

– сушка брикетов на воздухе и в сушильном шкафу;

– определение характеристик полученных брикетов (влажность, зольность, прочность на сбрасывание, низшая теплота сгорания).

В ходе исследований было найдено оптимальное соотношение исходных компонентов: навоз / кек = 30% / 70%. При этом влажность готовых брикетов составляла в среднем 15-20%, зольность 20-25%, низшая теплота сгорания не менее 3500 ккал/кг, прочность на сбрасывание 90%.

Было проведено опытное сжигание полученной партии брикетов в слоевой топке. Брикеты загружались на перфорированное днище топки. Розжиг производился деревянными щепками. Отсос образующихся дымовых газов производили с помощью дымососа.

В процессе сжигания было установлено, что после розжига горение брикетов осуществляется устойчиво, без применения дополнительного топлива.

Выводы

– Технология получения брикетов обеспечивает их необходимую прочность и низшую теплоту сгорания;

– сжигание брикетов осуществляется устойчиво, при этом брикеты в процессе сгорания сохраняют свою форму;

– уровень вредных выбросов при сжигании брикетов не превышает допустимых значений.

УДК 504.064.47

УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ «ЕВРАЗ КОКС СИБИРЬ»

ЛУПЕНКО В.Г., ПАВЛОВИЧ Л.Б.

ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат», Сибирский государственный индустриальный университет г.Новокузнецк

В настоящее время любое современное предприятие немыслимо без природоохранной политики, которая должна основываться на принципах «концепции устойчивого развития», предполагающей ресурсо-экологический подход к развитию экономики. Экологическая политика «Евраз Кокс Сибирь» (ЕКС) ориентирована на снижение количества образующихся отходов, развитие методов их максимального использования, внедрение путей переработки отходов с наименьшими затратами, с использованием оборудования и технологий действующего металлургического производства. Так коксохимическое производство (КХП) может осуществить в коксовых печах пиролиз отходов – наиболее перспективный метод переработки, при использовании которого в полной мере решается задача ресурсосбережения: процесс не требует расхода кислорода, позволяет использовать энергохимический потенциал перерабатываемых материалов.[1]

Евраз Кокс Сибирь – филиал ОАО Забодно-Сибирского металлургического комбината (ЗСМК) включают в себя коксохимическое производство ЗСМК и Новокузнецкого металлургического комбината (НКМК). В ЕКС разработан один из вариантов отраслевого рецикла в КХП. Коксовая батарея рассматривается не только как агрегат для производства кокса, но и как реактор для утилизации техногенных углеродсодержащих отходов собственных и других отраслей промышленности и потребления.[2]

В коксохимическом производстве насчитывается около 25 наименований отходов производства. Собственные побочные продукты коксования, утратившие свои потребительские свойства, в какой-то период времени рассматриваются как отходы. Все отходы по агрегатному состоянию могут быть разделены на четыре типа:

– твердые отходы – порода, угольные шламы наружных отстойников цеха углеподготовки, коксовый шлам мокрого тушения кокса (МТК), коксовая пыль установки беспылевой выдачи кокса(УБВК), коксовая пыль с установок сухого тушения кокса (УСТК), осадки от производства, хранения и транспортирования жидкого пека, осадки из аммиачных колонн;

– пластичные - вязко-текучие отходы – фусы из механизированных осветлителей каменноугольной смолы (КУС), фусы дешламации КУС, осадки хранилищ отстойников КУС, кубовые остатки ректификации бензола, сальвент-нафта, оттеки прессования нафталина, пековые дистилляты;

– жидкие отходы – кислые смолки производства сульфата аммония и ректификации сырого бензола, полимеры регенерации поглотительного масла, отстойные масла отделения получения и ректификации бензола, щелочные стоки;

– сточные воды – сточные воды флотации, избыточная аммиачная вода, фенольные воды всех цехов, сепараторные воды.

Характеристика отходов КХП, образующихся в настоящее время, представлена в таблице 1,2. Многочисленные исследования состава, свойств отходов, в лабораторных, стендовых, полупромышленных и промышленных условиях, путей их утилизации методом пиролиза позволили классифицировать отходы как отощающие, спекающие, и обмасливающие присадки к шихте на коксование угля [3] и определить пути их утилизации:

– товарный продукт – коксовый шлам МТК, пыль УСТК, УБВК;

– утилизация внутри КХП – угольный шлам, пековые осадки, осадки аммиачных колонн, через вагоноопрокидыватель подаются в шихту на коксование, сольвент-нафта и отеки прессования – в КУС на переработку;

– пластичные-вязко-текучие отходы – все типы фусов утилизируются в шихту на коксования, через установку утилизации фусов;

– все жидкие отходы по определенной рецептуре подготавливаются и подается через установку утилизации жидких отходов в шихту на коксование;

– сточные воды собираются в фенольную канализацию и подаются на очистку на биохимическую установку (БХУ).

Схема управления отходами коксохимического производства представлена на рисунке 1, где показаны все этапы деятельности по управлению отходами коксохимпроизводства на базе КХП с полным циклом улавливания и переработки химической продукции ЗСМК.

Твердые отходы коксовых цехов угольные и коксовые шламы в основном используются на комбинате в КХП и аглоизвестковом производстве (АИП). Технологией подготовки твердого топлива к агломерации предусмотрено использование смеси, в состав которой входят отходы коксового цеха:

– пыль с УСТК, уловленная при продувке инертным газом с температурой 180-200^{0}С разгруженного кокса, транспортируется на склад топлива АИП железнодорожными (ж/д) вагонами в сухом или увлажненном состоянии;

– шлам с установок мокрого тушения кокса УМТК, образующийся при тушении разгруженного кокса водой, транспортируется на склад топлива АИП ж/д вагонами;

– коксовая пыль, уловленная на УБВК батареи №1 КХП, вывозится на склад топлива АИП при помощи автотранспорта.

Основной составляющей топливной части аглошихты является коксовая мелочь 0-10 мм КХП: среднее ее содержание составляет 75,5%. Следующей, по значимости, составляющей топливной смеси является шлам КХП. При среднем содержании 10,4% шлама КХП в топливной смеси колебания составляет от 7,4 до 13,9%. На НКМК обезвоженный коксовый шлам образующийся в процессе мокрого тушения кокса отгружается потребителям с коксовой мелочью. Пыль УБВК в полном объеме используется в электросталеплавильном цехе.

Таблица 1– Характеристика отходов коксохимического производства, утилизируемых в шихте на коксование

Наименование вида отхода	Отходообразующий вид деятельности, процесс	Образование отходов за 2009г (КХП ЗСМК), т	Класс опасности отхода	Характеристика отходов		
				Агрегатное состояние	Наименование	Содержание компонентов, %мас.
Фусы каменноугольные	Процесс отстаивания каменноугольной смолы в осветлителях	8041,1	2	Пастообразный	Углерод (С)	53,59
					Углеводороды (смолистые)	36,57
					Минеральные примеси	7,02
					Вода (H_2O)	2,80
					Бенз(а)пирен	0,0161
Шлам коксовый	Улавливание пыли мокрым способом при дроблении, сортировке и транспортировке кокса	25402,3	4	Шлам	Углерод (С)	71,04
					Вода (H_2O)	20,00
					Кремния оксид (SiO_2)	4,53
					Алюминия оксид (Al_2O_3)	2,50
					Прочие	1,93
Кислая смолка	Очистка коксового газа от аммиака раствором серной кислоты с получением сульфата аммония	7416,0	3	Эмульсия	Углеводороды (смолистые)	34,92
					Вода (H_2O)	32,57
					Углерод (уголь, кокс)	21,71
					Аммония сульфат ($(NH4)_2SO_4$)	11,12
					Минеральные примеси	0,68
					Бенз(а)пирен	0,018
Кубовые остатки	Отпарка, дистилляция продуктов переработки каменноугольной смолы и очистки коксового газа	4116,0	3	Пастообразный	Углеводороды (в т.ч. бензол, нафталин, фталевый ангидрид и пр.)	95,36
					Вода (H_2O)	4,69
					Минеральные примеси	0,95
					Бенз(а)пирен	0,0000001
Шлам угольный	Улавливание пыли мокрым способом при дроблении, сортировке и транспортировке угля	8568,3	4	Шлам	Углерод (С)	72,16
					Вода (H_2O)	12,00
					Кремния оксид (SiO_2)	8,01
					Алюминия оксид (Al_2O_3)	4,41
					Прочие	3,42

Таблица 2 – Характеристика трудноутилизируемых отходов цеха химического улавливания и производства коксохимической продукции

Наименование отходов	Периодичность выдачи	Кол-во, т/год	Агрегатное состояние	Плотность при 20^0С кг/м^3	Температура,^{0}С			Содержание,%мас.					
					вспышки	воспламенения	размягчения по “КИШ”	нафталина	фенолов	веществ нерастворимых в толуоле/ хинолине	воды / золы	летучих	бенз(а)пирена
Осадок из аммиачных колонн и хранилищ аммиачной воды	1 раз в неделю	70-80	Твнрдый	1240	240	300	70	50,0	-	40 - 50	1,3 / 0,7–1,3	60	Не опред.
Осадок отстойников смолы	1 раз в 2 месяца	40	Вязкотекучии	1279	113	146	Не опред.	3,0	1,3	35 – 40	1,3 / 3 - 5,5	Не опред.	0,007
Фусы каменноугольные	1 раз в год (весна-лето)	500-600	Вязкотекучии	1279	113	140	Не опред.	3,0	1,3	35 – 40	1,3 / 3 - 5,5	Не опред.	0,007
Осадок пека от транспортирования и хранения	1 раз в год (весна-лето)	160	твердый	1375	220	260	70-90	Отс.	0,4	42 – 55 / 46 - 60	Следы / 4 - 12	36 - 43	0,680

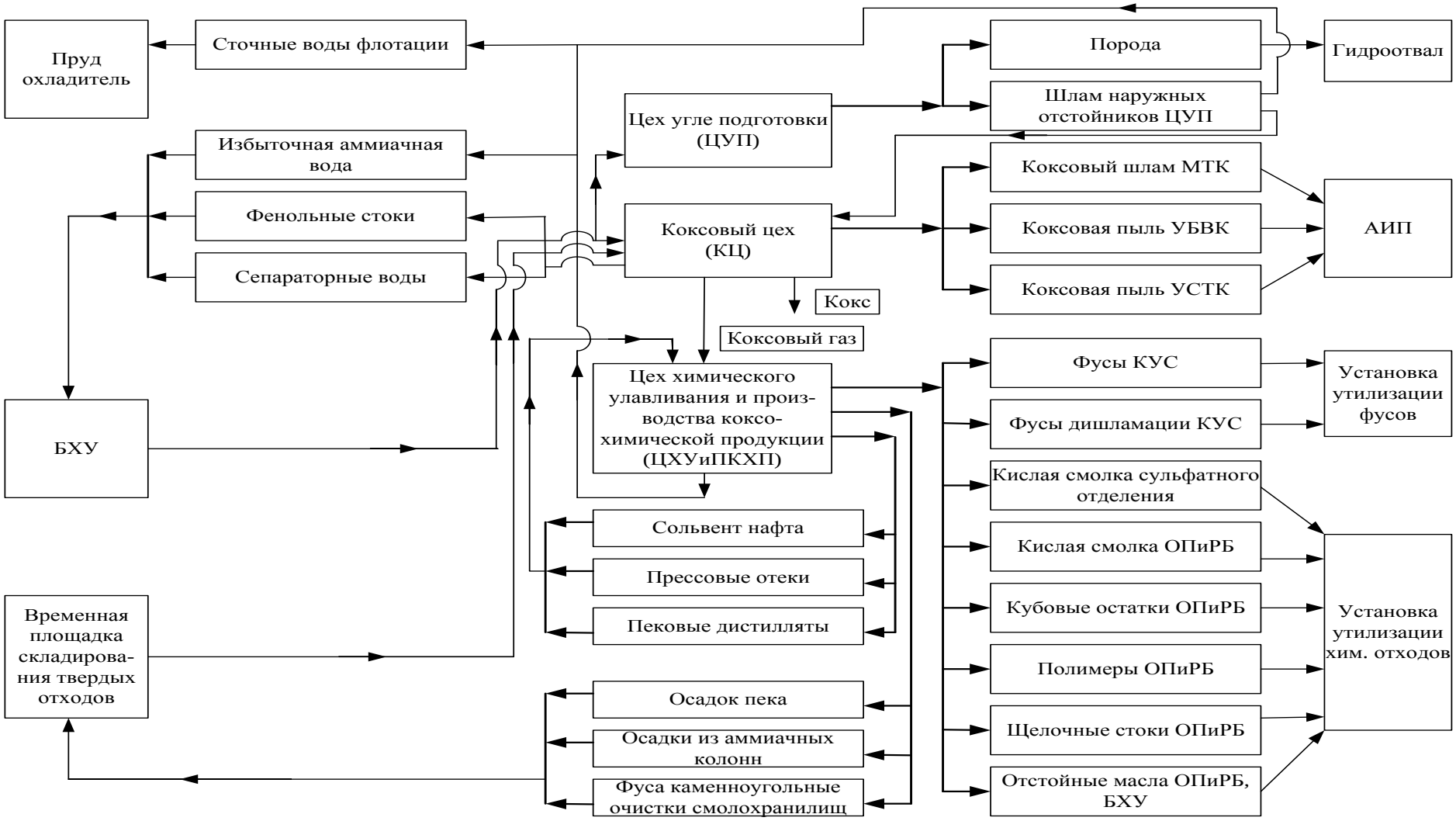
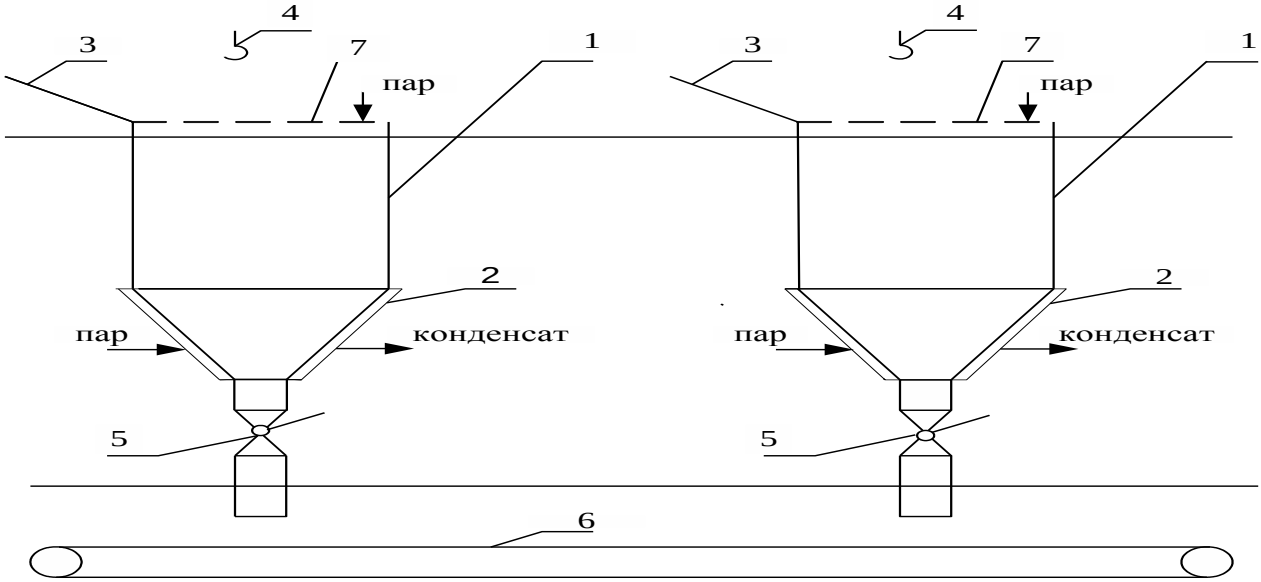


Рисунок 1 – Сема управления отходами коксохимического производства

Отходы цеха химического улавливания и производства коксохимической продукции полностью утилизируются на КХП, через две установки: утилизации фусов, утилизации жидких химических отходов и временной площадки складирования трудноутилизируемых твердых и пластичных отходов, образующихся периодически. По мере их накопления, через вагоноопрокидователь или установку утилизации фусов возвращаются в шихту на коксование. Фусы из оделения конденсации, дешламации и хранилищ склада смолы грузят в специальный контейнер и автотранспортом доставляют на установку утилизации фусов.

Схема утилизации фусов представлена на рисунке 2. Фусы подаются в сборник фусов с коническим днищем(1), оборудованный паровым обогревателям(2), обогреваемой решеткой(3) и крышкой(4). Фусы разогретые до 90-100^{0}С самотеком, через пробковый кран(5) поступают на верхний слой шихты ленточного конвейера У-18(6). Аналогичная установка функционирует на НКМК, отличается тем что вместо пробкового крана оборудована шнековым дозатором, что делает установку более мобильной в эксплуатации, позволяет подавать все типы пластичных и вязко-текучих отходов. Образующиеся отходы химического крыла: кислая смолка-305т/год, фусы каменноугольные- 452т/год, полимеры – 622 т/год утилизируется через установку утилизации фусов в шихте на коксование.

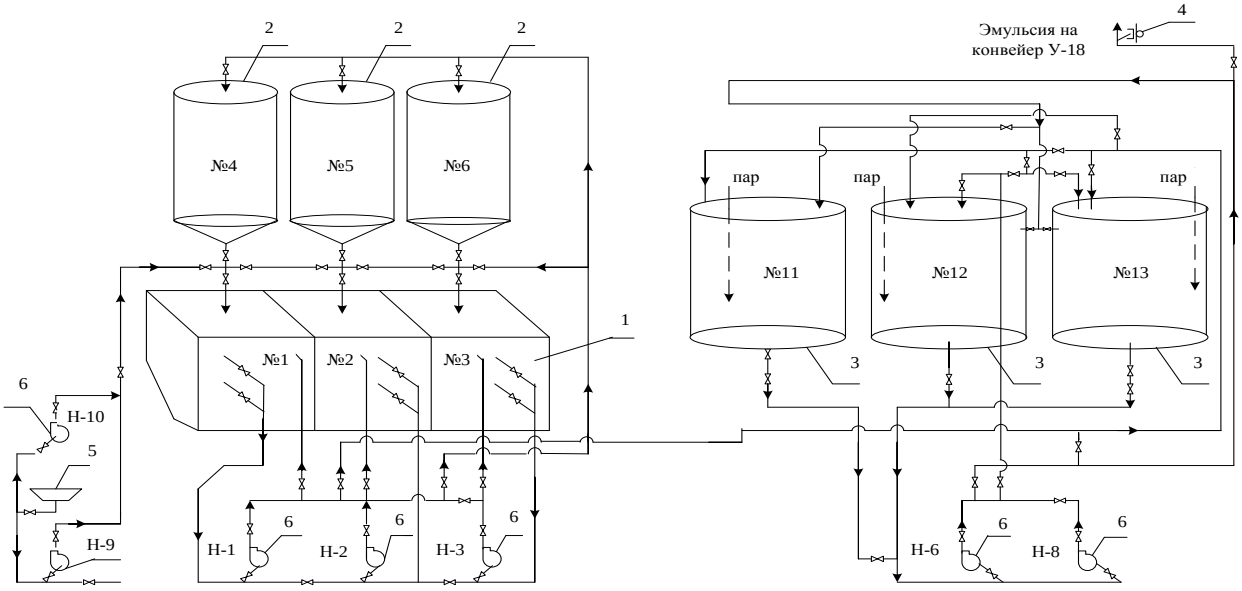


1 – сборник фусов, 2 – паровой обогреватель, 3 – крышка, 4 – электроталь, 5 –пробковый кран, 6 – ленточный конвейер(У-18), 7 – обогреваемая решетка

Рисунок 2 – Схема установки утилизации фусов

Утилизация жидких химических отходов отделение очистки коксового газа и отделения получения и ректификации бензола представлена на рисунке 3. Утилизации подвергаются: кислые смолки, кубовые остатки, полимеры, щелочные стоки, отстойные масла отделения очистки коксового газа и отделения получения и ректификации бензола, сущность процес-

са заключается в нейтрализации кислых смолок , перемешиванием с растворителями и эмульгаторами с целью создания стойкой эмульсии и подачи ее в шихту на коксования. Установка состоит из трех заглубленных ёмкости для приёма химических отходов(1), двух сборников отработанной щелочной воды(2), хранилищ готовой эмульсии(3), насосов(Н-6, Н-8) подачи готовой эмульсии на конвейер У-18, насосов для перемешивания смол и масел с нейтрализующими компонентами и приготовления эмульсии(Н-1, Н-2, Н-3), насосов для откачки с приямка (Н-9,Н-10), электротолкателя(4).



1– заглубленные сборники (№1,2,3), 2– сборники отработанной щелочной воды (№4,5,6), 3– хранилища готовой эмульсии (№11,12,13), 4 – электротолкатель,
5– приямок, 6– насосы
Рисунок 3 – Схема утилизации жидких отходов

КХП является источником образования избыточных сточных вод, расход которых составляет 2 млн. $м^3$ в год. Воды содержат в своем составе органические соединения, минеральные примеси. Существующая на предприятии БХУ очищает сточные промышленные воды от фенолов, роданидов, смол и масел. Степень очистки от фенолов и роданидов — 99 %. При этом в биохимической очищенной воде остается высоким содержание общего аммиака, сульфатов, взвешенных веществ, а также полициклических ароматических углеводородов, в т.ч. канцерогенного бенз(а)пирена.

На ЗСМК внедрено использование биохимически очищенной воды в замен технической при очистке газов от угольной и коксовой пыли [4,5]:

– скрубберов мокрой очистки дымовых газов сушильного отделения углеобогатительного цеха с последующим использованием отработанной воды на флотации в ЦУП;

– циклонов-промывателей аспирационных систем коксосортировок, установок сухого тушения кокса, бункеров мелкого кокса, бункеров крупного кокса, перегрузочных станций (п/с) в коксовых цехах с последующей утилизацией отработанной воды в процессе мокрого тушения кокса.

Динамика использования биохимически очищенной воды на технологические нужды коксохимического производства за период 2004–2009гг. представлена на рисунке 4.

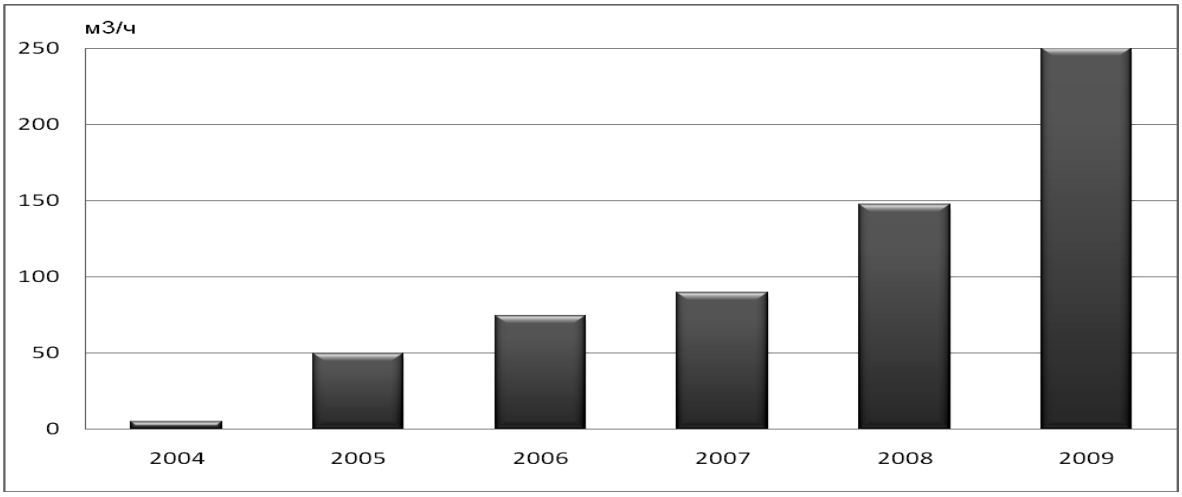


Рисунок 4 – Динамика использования очищенной воды БХУ в цехах КХП

Использование биохимически очищенной сточной воды на производственно-технические нужды коксохимического производства позволило:

– заменить техническую воду на газоочистке выбросов в атмосфере – 2млн. $м^3$ в год;

– повысить эффективность очистки отходящих газов от угольной и коксовой пыли на 20-26%;

– очистить шламопроводы газоочистного оборудования от шлама, карбонатных и илистых отложений и увеличить срок службы трубопроводов.

Парода обогатительной фабрики цеха углеподготовки поступает на гидроотвал с содержанием угля 30-50% и требуется решение вопроса переработки этих массовых техногенных отходов. Сточные воды флотации цеха углеподготовки проходят наружный отстойник шлама, очищаются от угольной пыли и поступают в пруды охладители комбината. Угольная пыль возвращается в шихту на коксование.

Таким образом, в настоящее время непосредственно в коксохимическом производстве на 1 т производимого кокса образуется 20кг твердых и жидких отходов. Основная масса отходов КХП 90% утилизируется в шихте на коксование. Коксохимическая промышленность по своим масштабам, наличию достаточно совершенных систем улавливания продуктов коксования и очистки сточных вод, кроме своего прямого назначения, может

быть представлена как уникальный технический комплекс по утилизации различных органических материалов.

Библиографический список

1. Салтанов А.В., Павлович Л.Б., Калинина А.В./ Современные проблемы утилизации углеродсодержащих отходов// Химия в интересах устойчивого развития. – 2000. – №8. – С. 856–874.
2. Павлович Л.Б., Долгополов В.П., Попов А.А., Калинина А.В./ Рецикл техногенных отходов в коксохимическом производстве// Сталь. – 2004. – №5. – С. 120–122.
3. Салтанов А.В., Павлович Л.Б., Пьянков Б.Ф. и др./ Утилизация углеродсодержащих отходов в процессе высокотемпературного пиролиза каменного угля: спекающие и обмасливающие присадки// Кокс и химия. –2002. –№4. – С. 17–25.
4. Павлович Л.Б., Назаров Н.Н., Долгополов В.П. и др./ Использование биохимически очищенной воды в производственно–техническом водоснабжении коксохимического производства// Кокс и химия. – 2008. – №7. – С. 34–40.
5. Павлович Л.Б., Долгополов В.П., Калинина А.В. и др. / Использование биохимически очищенной воды в процессе флотации угля // Кокс и химия. – 2008. – №10. – С.38–42.

УДК 504.062.2

СПОСОБ БРИКЕТИРОВАНИЯ ИЛОВ И ШЛАМОВ СТОЧНЫХ ВОД

Сенкус В.В., Стефанюк Б.М., Потокина М.В., Сенкус Вас.В.

Новокузнецкий филиал-институт Кемеровский государственный университет,
Сибирский государственный индустриальный университет,
г. Новокузнецк

В статье анализируются способы брикетирования илов и шламов сточных вод и по результатам анализа предложен новый способ их брикетирования с использованием водорастворимого вяжущего, а для обеззараживания применяется печи СВЧ.

В настоящее время проблема утилизации илов и шлаков сточных приобретает глобальный характер, так как нельзя мирится с тем, что гектары земли отводятся под иловые площадки, при этом загрязнение окружающей среды возрастает.

Илы и шламы сточных вод относятся к третьему классу опасности и могут содержать широкий спектр химических элементов, которые могут быть использованы. Широкое распространение получили способы их брикетирования и наиболее характерные приводятся в качестве аналогов предлагаемому способу.

Способ брикетирования высоковлажных шламов представленный в работе [1] заключается в следующем. Шламы подвергают первичному обезвоживанию, подсушивают с подогревом в смесителе с сухим порошком до формовочной влажности, порошок получают прокалкой части шламов из смесителя с возвратом ее в голову процесса, сухой порошок объединяют со шламами на ленте питателя до смесителя, дозируя шламы на порошок в виде "слоеного пирога", причем порошок дозируют на ленту питателя горячим непосредственно из прокалочного устройства, слоеную массу на ленте питателя активно вентилируют. Положительный эффект: повышение технологичности за счет совмещения операций сушки и транспортировки шламов, снижение энергоемкости за счет утилизации тепла порошка, засыпаемого на ленту транспортера под слой влажного шлама.

Способ подготовки шихты из жидких шламов для последующего брикетирования [2] заключается в смешивании компонентов шихты и осуществляют путем подачи в струю сливающихся шламов угольной пыли, извести и золы-уноса теплоэлектростанций, а повторное перемешивание отбираемой увлажненной шихтовой массы осуществляют с одновременным введением в зону отбора дополнительного количества золы-уноса, увлажненной до 4 - 6%, и составляющей 40 - 50 мас.% от 100 мас. отбираемой шихты, шихтовые компоненты на первой стадии смешивания вводят в шлам в количестве (на 100 мас.% шлама), мас.%: зола-унос 40-50; известь 15-20; угольная пыль до 7, при этом осуществляют периодическое смещение слива, изменяя направленность и длину сливной трубы. Недостатком изобретения является сложность транспортировки смеси.

Способ получения субстракта для рекультивации нарушенных земель [3], реализуется путем компостирования обезвоженного ила с измельченной древесной корой, взятых в весовых соотношениях (0,5-1,5):1. Компост после укладки на рекультивируемую поверхность засыпают сверху слоем песка или почвы толщиной 5 - 10 см. Способ позволяет увеличить продуктивность культурного фитоценоза и одновременно улучшить санитарно-экологические свойства субстрата за счет изменений в нужных направлениях рецептур компостов из ила и коры.

Способ обработки биоорганических шламов или необработанных или подвергнутых обработке шламов сточных вод [4], позволяющий на неограниченный период времени и независимо от климатических условий добиться быстрой устойчивости штамов благодаря созданию значительной популяции микроорганизмов, уровня проводимости и содержания твердых веществ. Обезвоженный шлам, который не подвергался обработке (например, сырой), или шлам, который доведен до уровня СЗССП, или шлам, который доведен до уровня СДУСП, в частности пастеризованный или стерилизованный шлам, все еще находящийся в жидком состоянии, т. е., содержащий 12 - 30% твердых веществ, или находящийся в твердом

состоянии, т.е. содержащий 30 - 60% твердых веществ, смешивают с щелочным адсорбционным веществом для снижения выделения запаха, увеличения процентного содержания твердых веществ и облегчения грануляции, доводят pH до мягких щелочных условий и регулируют ионную проводимость, которая способствует быстрому созреванию штаммма после того, как его вносят благотворную микробную флору. Указанный процесс снижает величину pH обработанного сильной щелочью шлама, в частности часто, имеющей величину pH более 12, до физиологически приемлемого значения в интервале 7,0 - 9,5 или повышает значение pH обработанных кислотами шламов до того же уровня, так что получает развитие активность микроорганизмов, обеспечивающая стабилизацию. Для облегчения протекания карбонизации и общего процесса сушки смеси может подводиться тепло. Гранулированный продукт, в значительной степени благодаря своей активной популяции микроорганизмов полезен в качестве сельскохозяйственного продукта или для внесения в верхние слои почвы.

Способ получения брикетов [5] относится к области переработки отходов (карбонатных шламов) химической водоочистки тепловых электростанций методом брикетирования для использования в металлургической промышленности, строительстве и в сельском хозяйстве, который заключается в том, что в качестве исходного материала используют карбонатный шлам химводоочистки ТЭЦ с влажностью 12 - 16%, а прессование осуществляют при давлении 300 - 350 кг. Способ позволяет по упрощенной и экономичной технологии брикетирования без связующего получить брикеты с более высокими потребительскими свойствами и экологическими параметрами.

Способ брикетирования илов и шламов сточных вод [6] включает обезвоживание осадка сточных вод, дозирование компонентов и их смешивание прессование брикетов и/или гранул.

Недостатками способов являются сложность: транспортировки смеси; поддержания температурных режимов для сохранения штамма; сложность технологии его реализации; необходимость прогрева смеси до необходимой влажности и сушки брикетов; большие энергозатраты.

В статье предлагается способ брикетирования устраняющий недостатки, который заключается в том, что ил и шлам сточных вод, обезвоженные до влажности 20-30%, смешивают с, в % масс.: гашеной известью - 3, опилками и/или измельченными древесными отходами, и/или соломой - 27, золой – уноса ТЭЦ и/или измельченным шлаком котельных - 20, перемешивают, полученную массу брикетируют и/или гранулируют под давлением 60-100 кг/см^2, а брикеты и/или гранулы с влажностью 10-15% обрабатывают в течении 3-4 минут в печах СВЧ и пакуют в водонепроницаемую тару.

Для проверки проводились лабораторные исследования и на рисунке 1 представлен брикет пригодный для рекультивации земель в качестве удобрения.

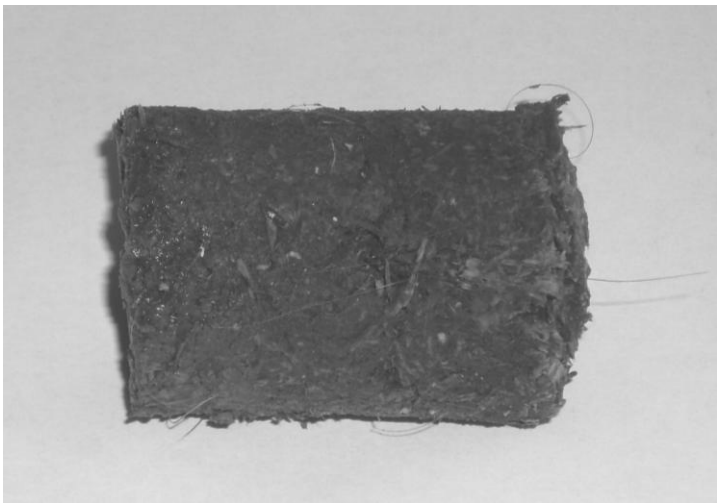


Рисунок 1 – Брикет из илов сточных вод

Следует отметить, что прессование в матрице производилось вручную ударом молотка.

Библиографический список

1. Патент РФ № 92005273. Способ подготовки к брикетированию высоковлажных шламов. / Черников П.И., Родионов В.В. Лурий В.Г., Терентьев Ю.И. МПК С 10 В 53/08 . Заявл. 1994.09.16. Опубл. 1997.08.27. Бюл. № 8.
2. Патент РФ № 1822584. Способ подготовки шихты из жидких шламов для последующего брикетирования. МПК С22В1/00. Заявит. «Сибирский государственный проектный и научно- исследовательский институт цветной металлургии». Изобр. Уранов Ю.Н., Коротков Ю.А., Адамович В.И., Морозов А.А., Воронина Н.Д. Заявл. 1991.01.11. Опубл. 1997. 1995.08.09. Бюл. № .
3. Заявка РФ № 94004234/15. Способ получения субстракта для рекультивации нарушенных земель. МПК А01В79/02. Заявит. Акционерное общество открытого типа "ЛУКойл-Пермнефтеоргсинтез". Изобр. Коровкин А.С., Врублевский В.С., Коровкин В.А. и др. Заявл. 1994.02.16. Опубл. 1995.12.20. Бюл. №.
4. Заявка РФ № 94044319/25. Способ обработки биоорганических шламов необработанных или обработанных шламов сточных вод. МПК С02F11/14. Заявит. Н-Виро Интернэшнл Корпорейшн (US), Егоров Н.С. Изобр. Джеффри С.Бернхэм[US]. Заявл. 1994.12.20. Опубл. 1997.03.10. Бюл. № .
5. Патент РФ №2105043. Способ получения брикетов. МПК С10L5/48. Заявит. Будаев С.С., Егоров Н.С. Изобр. Бейлин Я.Л., Москалина Ф.Н., Розенфельд А.А. и др. Заявл. 1996.03.27. Опубл. 1998.02.20. Бюл. № .
6. Патент JP № 58101797. Способ брикетирования илов и шламов сточных вод. МПК С 02F 11/14. Заявл. 17.06.1983.

УДК 691:658.567

ЛИТЕРАТУРА ПО АНАЛИЗУ И ПРИМЕНЕНИЮ ВТОРИЧНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ (ВМР) В СТРОЙИНДУСТРИИ

ПАНОВА В.Ф., ПАНОВ С.А.

Сибирский государственныйиндустриальный университет г. Новокузнецк

Стратегия развития строительного комплекса РФ предлагает применение эффективных местных материалов. Наличие в Кузбассе запасов углей и железных руд, флюсовых материалов, нерудного сырья способствовало формированию горнодобывающей и горно-перерабатывающих отраслей промышленности – угледобыча и углепереработка, добыча и переработка железорудного сырья, металлургия, энергетика. Развитие этих отраслей приводит к увеличению объемов выхода промышленных отходов и расширению площадей, занимаемых отвалами, которые отрицательно влияют на экологию города и региона. Накоплен опыт использования ВМР как сырья для производства строительных материалов.

Литература, характеризующая использование техногенного минерального сырья, недостаточно отражает Кузбасский потенциал и разнообразие промышленных отходов [1-3]. Регион, в котором мы живем, отличается наличием горно-добывающих и перерабатывающих отраслей промышленности. На территории Кемеровской области расположены предприятия черной металлургии, среди них металлургических комбината (НКМК и ЗСМК), заводы: Кузнецкие ферросплавы, Гурьевский металлургический завод, агломерационные фабрики: Абагурская и Мундыбашская; рудоуправления, занимающиеся добычей железорудного сырья. Среди предприятий цветной металлургии: Новокузнецкий алюминиевый завод, Беловский цинковый завод, комбинат обогащения руд цветных металлов – Салаирский ГОК; предприятия по добыче руд цветных металлов – Кия-Шалтырский нефелиновый рудник, прииск Алтайский, карьер барит. Черная металлургия на каждую тонну чугуна образует 0,7-0,8 т шлака, в цветной металлургия в 2-3 раза больше. Энергетическая отрасль представлена тепловыми станциями. Их техногенные продукты: зола-унос и золошлаковые отходы гидроотвалов. Угольная промышленность – это угледобывающие и углеперерабатывающие предприятия. Количество отходов при открытой добыче угля колеблется от 0,8 до 20 т на 1 т угля и в среднем составляет 4т. Добыча подземным способом дает на 1 т угля около 0,25 т пустой породы.

Известные библиографические описания, как правило, направлены на переработку отходов отдельных отраслей [4-6]. В учебном пособии Боженова П.И. [7] дана методика оценки техногенных продуктов как строительного сырья, однако с 1994 г. (год выпуска книги) появились результа-

ты новых исследований. Была поставлена задача обобщить известный опыт, а также использовать наши результаты по комплексной оценке техногенных продуктов как ВМР для производства строительных материалов, разработать методику и применить ее для промышленных отходов Кузбасса. Эти данные были освещены в авторских методических рекомендациях [8, 9], учебном пособии [10] и монографиях [11, 12]. Результаты работы были неоднократно оценены на Строительном форуме, Кузбасской ярмарке дипломами и бронзовой медалью (2009 г), золотой медалью (2008, 2010 гг.).

Литература предназначена для аспирантов, студентов-строителей при выполнении КП, ДП, УИРС, полезна и нашла положительный отклик у технологов и практиков, работающих в области строительства и производства строительных материалов. Она используется при изучении дисциплин: «Использование промышленных отходов для производства строительных материалов», «Технология бетонов и растворов», «Экология», «Материаловедение», «Новые строительные материалы», «Вяжущие вещества».

Ниже приведена аннотация основных материалов, изложенных в авторских работах. Подробно, количественно и качественно дается информация о техногенных продуктах, например, Новокузнецких предприятий. Дан их вещественный, химический, минералогический, гранулометрический состав. Предложена классификация промышленных отходов по отраслевому и агрегатному состояниям.

На сегодня обобщена теория исследования и применения ВМР как сырья для стройиндустрии. Составлена поэтапность изучения ВМР (рисунок 1). Установлено, что зная химический состав сырья и рассчитав коэффициент его основности $К_{осн}$, можно прогнозировать область применения (рисунок 2). Например, коэффициент основности для отходов рекомендуемым в качестве вяжущего, должен быть в пределах 1,21-1,6. Зная химический состав, расчетом можно определить минералогический состав получаемого бесклинкерного вяжущего, количество активизирующего «основного» или «кислого» компонента. В качестве последних апробированы и рекомендованы как ВМР отходы, . содержащие щелочные оксиды (CaO, Na_2O, K_2O). В качестве «кислых» отходов, в которых преобладает SiO_2, Al_2O_3 рекомендованы обожженная глина, глиежи, горелые породы, они имеют коэффициент основности менее 0,8 и рекомендуются для получения обжиговых керамических изделий. К таким же отходам относятся породы добычи и обогащения угля и руды, которые содержат гидро- и моносиликатные составляющие, т.е. глинистые минералы от 15 до 25 %.

Рисунок 1 – Этапы исследования промышленных отходов

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

Р

Рисунок 2 – Направления использования техногенных продуктов в зависимости от $K_{осн}$

В методических рекомендациях рассмотрены примеры исследования ВМР Кузбасских предприятий на радиоактивность, стойкость против распада, расчет бесклинкерного двухкомпонентного («кислый»+»основный») вяжущего из отходов группы «В», т.е. отходов, прошедших термообработку в процессе образования (зола, шлак). Авторские источники содержат химический состав до 40 видов техногенных отходов Кемеровской области. Описаны новационные методы исследованияотходов, их состава и свойств [10, глава 2].

Дана характеристика способа образования и области применения отходов горнодобывающей, угольной, энергетической, металлургической, лесной и полимерной промышленности с описанием их состава и свойств. Представлены технологические схемы получения строительных материалов из минеральных отходов обогащения железной руды, горелых пород, золы и доменного шлака.

Зола и шлак образуются при температурах 1300-1500 ^{0}С и содержат скрытую энергию (340-480 ккал/кг), которая используется технологом при получении различных строительных материалов. Например, для получения вяжущего наиболее эффективны быстроохлажденные стекловидные гранулированные доменные шлаки, которые имеют относительно однородный химический состав, в отличие от сталеплавильных. Медленно охлажденный отвальный шлак состоит в основном из кристаллической фазы, имеет высокую прочность на сжатие, низкую истираемость, рекомендуется как заполнитель в конструктивные, дорожные бетоны.

Приведена технология производства кирпича с применением золы Беловской ГРЭС. Дан порядок исследования, подбор состава шихты и оборудования [11, глава 5].

Особенностью всех ВМР является их неоднородность по химическому и гранулометрическому составам. При гидротранспортировке в отвал

на месте выброса пульпы вначале выпадают крупные частицы, чем дальше, тем они меньше. После дренажа и удаления воды через специальную систему образуется, так называемая, шламовидная часть, которая имеет тонкодисперсные и, как правило, глинистые частицы (отхода группы «А», рудные «хвосты»).

Читателю предлагается изучить устройство и способы разработки отвала на примере отходов энергетической промышленности. Дается технология гомогенизации зольных ВМР. Это несомненно целый технологический цикл со специальным оборудованием [11, глава 6].

На практике столкнулись с такой проблемой: «Какое сырье лучше для получения пенобетона?» Песка в Кузбассе нет или он содержит много глинистых примесей и имеет повышенную влажность, т.е. требует сушки и измельчения в мельницах до удельной поверхности 2000 см^2/г (200 м^2/кг), к сведению, цемент имеет удельную поверхность 250-300 м^2/кг. Тех же технологических операций требует золошлаковая смесь из отвала. Без помола и сушки можно применять только золу-унос, но не на всех ТЭЦ существует система сбора и складирования такого ценного сырья. Известно, что зола от сжигания Кузбасских каменных углей является по химическому составу «кислой», может быть использована как заполнитель и наполнитель, а от сжигания бурых углей – «основная». Из-за содержания пережога CaO в «основной» золе необходимо внимательное обращение с ней при применении. Требуется ее дополнительное измельчение, хотя она может быть и очень тонкодисперсной от 80,0 до 250,0 м^2/кг.

Отдельная глава [11, глава 8] посвящена техногенным продуктам органического происхождения. Представлена классификация искусственных строительных конгломератов, в которых заполнителями являются отходы древесины. В качестве примера рассмотрена технология получения арболита. Описаны требования к сырьевым материалам, состав и свойства изделий из арболитобетона, их применение и технико-экономические показатели производства.

Проблема утилизации полимеров, вышедших из употребления, остается довольно острой. Огромное количество пластикового мусора аккумулируется на городских свалках. В монографии [11] приведен пример технологии переработки полимерных отходов (пластиковые бутылки, пленки) для получения полимер-песчаной черепицы. Экономические расчеты показали, что окупаемость цеха составит около 1,6 года при производительности линии 320 тыс. м^2 в год полимер-песчаной черепицы.

Материалы, изложенные в монографии [11] являются результатом анализа, систематизации научно-исследовательских работ, выполняемых в учебной, научно-исследовательской лаборатории Сибирского государственного индустриального университета «Строительные материалы». В исследованиях принимали участие студенты, аспиранты, докторанты. Часть идей освещенных в книге легла в основу диссертационных работ: «Иссле-

дование комплексных добавок – отходов для производства керамзита из суглинистого сырья» - автор Панова В.Ф., «Гранулированные безобжиговые шлаковые заполнители и бетоны на их основе» - автор Рыжков Ф.Н., «Шлакозолобетон на композиционном шлаковом вяжущем» - автор Камбалина И.В., «Мелкозернистый декоративный бетон на основе отбеленного и активированного доменного шлака» - автор Панов С.А., «Стеновые керамические изделия на основе отходов углеобогащения и железосодержащих добавок» - автор Карпачева А.А.

Подготовлена к изданию монография «Строительные материалы из отбеленного и активированного шлака» [12]. Тема монографии актуальна, поскольку посвящена получению изделий с высокими эксплуатационными и декоративными свойствами на примере привлечения сырья из продуктов металлургического комплекса Кузбасса.

Новым в работе является доказательство повышения белизны (67-70 %), активности (22-27 МПа), декоративности, водоудерживающей способности гранулированного доменного шлака путем определенного режима грануляции шлакового расплава, применения оптимального количества комплексных добавок. Научная новизна работы состоит в том, что в ней показана возможность изготовления декоративного шлакового цемента и изделий на его основе высокой отходоемкости, разработанных по специально разработанной технологии. При этом разработка описанных методов направленного регулирования свойств шлакового цемента по глубине анализа и корректности приемов является примером научного вклада в решение проблем технологии. Работа выполнена комплексно с разносторонней оценкой результатов и описанием их внедрения в производство.

Удалось найти сочетание способов активизации вяжущего и тонкомолотых наполнителей, которые обеспечивают не только цветность, но и участвуют в формировании новообразований, дополнительно уплотняющих структуру шлакового конгломерата и исключающих высолообразование. Это подтверждает практическую ценность работы, верность научного прогноза и рациональность технологических решений.

Приведены результаты исследования свойств доменных гранулированных и отвальных шлаков, а также корректирующих добавок, которые являются отходами металлургии с помощью современных методов: рентгенофазовый, термогравиметрический, химический и колориметрические анализы; применен метод расчета трехкомпонентной смеси, обеспечивающей непрерывную гранулометрию сырья, и как следствие минимальную пористость, истираемость, а также повышенную прочность изделий. Эти качества важны для дорожных бетонов и изделий на их основе.

В работе описана технологическая линия по производству декоративного стенового камня производительностью 10 млн. шт. в год с использованием отечественного оборудования. В работе приведены технологические регламенты на производство декоративного шлакового цемента

(ДШЦ), тротуарных и отделочных декоративных плиток и стеновых декоративных камней.

Готовится монография по получению керамического кирпича из отходов углеобогащения.

Научные исследования продолжаются, этот процесс не останавливается, как и сама жизнь. Такое направление как исследование вторичных минеральных ресурсов и техногенных продуктов или отходов промышленных предприятий для получения строительных материалов, изделий и конструкций, является актуальным и злободневным еще на долгие годы.

Библиографический список

1. Комплексное использование минерального сырья и горно-технологических отходов / Под ред. Л.Ф. Наркелюн – Чита, ЧитГИУ, 1996. – 139 с.
2. Долгорев А.В. Вторичные сырьевые ресурсы в производстве строительных материалов: Физико-химический анализ: Справ. пособие / А.В. Долгорев – М.: Стройиздат, 1990. – 456 с.
3. Равич Б.М. Комплексное использование сырья и отходов / Б.М. Равич, В.П. Окладников, В.Н. Лыгач – М.: Химия, 1988. – 288 с.
4. Голик В.И. Охрана окружающей среды утилизацией отходов горного производства: Учеб. для вузов / В.И. Голик, И.Д. Алборов – М.: Недра, 1995. – 126 с.
5. Рубан В.А. Использование отходов углеобогащения в промышленности / В.А. Рубан, Ю.В. Уткин, М.Я.Шпирт // Уголь, 1984. – № 2. – С. 26-34.
6. Павленко С.И. Мелкозернистые бетоны из отходов промышленности: Учебное пособие / С.И. Павленко – М.: АСВ, 1997. – 176 с.
7. Боженов П.И. Комплексное использование минерального сырья и экология: Учебное пособие / П.И. Боженов – М.: АСВ, 1994. – 264 с.
8. Оценка качества промышленных отходов: Метод.реком. / Сост.: Панова В.Ф., Камбалина И.В., Панов С.А.; СибГИУ. – Новокузнецк, 2003. – 29 с.
9. Анализ техногенных продуктов как сырья для производства строительных материалов: Метод.указ. / Сост.: Панова В.Ф., Карпачева А.А., Панов С.А.; СибГИУ. - Новокузнецк, 2008. – 46 с.
10. Панова В.Ф. Строительные материалы на основе отходов промышленных предприятий Кузбасса: Учебное пособие / В.Ф. Панова; СибГИУ. – Новокузнецк, 2005. – 182 с.
11. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии: Монография / В.Ф. Панова; сибГИУ. – Новокузнецк, 2009. – 289 с.
12. Панова В.Ф. Строительные материалы из отбеленного и активизированного шлака: Монография / В.Ф. Панова, С.А. Панов; сибГИУ. – Новокузнецк, 2010. – 221 с.

УДК 699.86:691.21(042.3)

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА

Черепанов К.А., Мирошник А.И., Масловская З.А., Авдеева А.П.

Сибирский государственный индустриальный университет
Кузбасспромсервис
г. Новокузнецк

При производстве базальтового волокна и изделий из него, а также при получении сэндвич-панелей из базальтовых плит образуется значительное количество отходов в виде обрезков плит, брака при формировании минераловатного ковра, корольков и т.д. Обычно они далее не используются и вывозятся на свалку. В то же время эти отходы представляют собой ценное сырье, из которого возможно изготовление разнообразных изделий, например плит повышенной жесткости, используемых при теплоизоляции плоских кровель, создании огнезащитных покрытий строительных конструкций и зданий (в первую очередь общественных, административного подчинения, в соответствии со СНиП 31-05-2003).

При производстве изделий из рассматриваемых отходов возможно применение одного из двух методов: метод т.н. «пролива», когда на сформированный минераловатный ковер подается связующее, либо метод получения гидромассы.Эти методы достаточно хорошо известны, они широко применялись в прошлом [1]. На наш взгляд метод пролива предпочтительнее, поскольку в этом случае приходится удалять значительно меньшее количество водного раствора связующего как при формировании ковра, так и при его сушке.

Рассматриваемые отходы чаще всего представляют собой крошку из использованного материала (например, плит), бывшие волокна изменили свои параметры, поэтому при получении из них продукции образовавшуюся порошкообразную массу необходимо сформовать в изделие, внеся в нее какое - либо связующее. Для этой цели можно использовать обычно применяемые при производстве базальтового волокна фенолформальдегидные смолы, но они обладают канцеро – и мутагенными свойствами, поэтому лучшим вариантом будет применение минеральных связующих, обладающих абсолютной экологической безопасностью и большой адгезией, причем они могут быть как природного, так и техногенного происхождения.

В последние годы в различных областях науки и техники качестве связующего применяются т.н. керамические связки (обычно в виде суспензий), в которых присутствуют наночастицы, чаще всего агрегированные, с размерами 300-400 нм, т.е в таких связках имеется коллоидный компонент, который придает связке тиксотропные свойства, а в процессе удаления из

нее влаги и во время сушки в ней протекает золь-гель процесс, в связи с чем в материале происходит конденсационное структурообразование, способствующее повышению адгезии и механической прочности (на сжатие и изгиб).

Опыты с использованием такого рода керамической суспензии, проведенные в лабораторных условиях, показали возможность получения из указанных выше отходов плит повышенной жесткости с плотностью 250-300 кг / м^3 и выше (до 700-800 кг / м^3). Кроме того, необходимо исследовать возможность получения минераловатного ковра толщиной порядка 8-12 мм. в виде нетканного материала рулонного типа, простроченного для увеличения прочности на растяжение (в этом случае связка вообще может не понадобится). Такой материал может стать основой создания огнезащитного покрытия при строительстве общественных зданий административного подчинения [2,3], в которых одновременно находится большое количество людей.

Библиографический список

1. Горлов Ю.П. Технология теплоизоляционных и акустических материалов и изделий. М.: Высшая школа, 1989.- 384 с.
2. В.А.Лотов, В.А.Кутугин.Получение жестких теплоизоляционных плит из минерального волокна с применением экологически чистых связующих: Доклады X Юбилейной Всероссийской науч.-практ.конф. (26-28-мая 2010 г., г. Бийск). – Бийск,БТИ АлтГТУ, 2010. – С. 64-66
3. Строительные нормы и правила РФ. Общественные здания административного подчинения. (СНиП 31-05-2003)

УДК 666.762.1.004.8

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ПОРИСТЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЗОЛЬНОЙ МИКРОСФЕРЫ И НАНОДИСПЕРСНОЙ ВЯЖУЩЕЙ СУСПЕНЗИИ

Мирошник А.И., Черепанов К.А., Масловская З А., Авдеева А.П.

Кузбасспромсервис
Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

В настоящее время интенсивно развивается современное научное направление получения материалов на основе новых, наукоемких технологий, особенно с использованием наноразмерных частиц. Наиболее известными из них являются нанотехнологии, оперирующие с наночастицами как агрегированными, так и неагрегированными, размеры которых находятся в диапазоне от 1 нм. до 300 нм.и более. На их основе получают ком-

позиционные материалы как плотные, так и пористые, обладающие повышенной прочностью и высокой пористостью, такова, например, золь – гель технология, которая, например,является наиболее экономичной при производстве высокотемпературных керамических покрытий [1] . Агрегированные золи состоят из относительно крупных частиц (30 – 50 нм.и более), они способны образовывать пористые слои с развитой поверхностью.При определенных условиях золь переходит в гель, который является связнодисперсной системой, возникающей при контакте с частицами дисперсной фазы.Такая структурированная коллоидная система ограничивает текучесть материала, а при температуре выше 100 ^{o}C способствует конденсационному структурообразованию.В последние десятилетия большое внимание ученых привлекли водные керамические вяжущие суспензии (ВКВС) с наличием в них коллоидного компонента. Наиболее известны такие суспензии, получаемые из материалов кремнеземистого состава, коллоидную основу которых представляет кремнезоль. Характерной особенностью изделия, полученного с применением ВКВС и термообработанного при температуре порядка 150 ^{o}C является абсолютная влагостойкость, свидетельствующая об образовании в нем кристаллизационных (полимеризационных) контактов, причем прочность на сжатие стандартных образцов из такого материала достигает значений, имеющихся у образцов, подвергнутых высокотемпературному обжигу.

Известно, что пористые материалы (теплоизоляционные – ГОСТ 5040 – 89 и ячеистые бетоны – ГОСТ 25485 – 89) обладают пониженной прочностью на сжатие (и изгиб) по сравнению с плотными.При объемной доле пор 0,3 – 0,5 прочность пористого изделия составляет не более 0,1 от прочности плотного.Увеличение ее может быть достигнуто за счет упорядоченного расположения его внутренних компонентов, уже имеющих пористую структуру, таких как диатомит, вермикулит, перлит, зольные микросферы. При производстве пористых материалов (изделий) важным являются способы образования пор как при получении огнеупорных теплоизоляционных материалов, так и при изготовлении ячеистых бетонов (в строительстве).В целом они делятся на следующие группы: 1).способ выгорающих добавок, 2).с предварительным образованием пены (пенобетоны) и 3).химический способ, в котором при протекании химической реакции выделяются газообразные продукты, создающие пористую массу (газобетоны).В то же время известен способ, в котором в качестве заполнителя (как указывалось ранее) используется материал с уже имеющимися порами (диатомит, перлит и др.), либо со специально полученными микросферами из таких оксидов как TiO_2,Cr_2O_3, SiO_2,ZrO_2 и др.Последние получают плазмохимическим методом, либо путем раздувания расплава.Следует отметить, что производство таких микросфер ограничено его сложностью и дороговизной продукции.

В разработанной нами ресурсосберегающей, малоотходной технологии получения пористого материала применяются зольные микросферы, которые присутствуют в золах ТЭС, работающих на каменном угле.Насыпная масса зольной микросферы составляет 400 – 500 кг/ м ^{3} , размер ее колеблется в широких пределах (от 50 до 500 мкм.), газовая фаза внутри их состоит, в основном, из азота (~ 30 %) и диоксида углерода (~ 65%). В качестве связующего использовали ВКВС кремнеземистого состава, получаемую механохимической обработкой кремнеземсодержащих материалов как природного, так и техногенного происхождения. Практика показывает, что при использовании этого метода получения ВКВС образующийся золь обычно представлен агрегированными наночастицами, которые (в некоторых случаях) способствуют возникновению и протеканию процесса аутокоагуляции в рассматриваемом объеме ВКВС (при ее хранении), кроме того агрегаты из наночастиц ускоряют процесс конденсационного структурообразования. После смешивания заполнителя (зольных микросфер) со связующим и последующего формования изделие подвергается низкотемпературной сушке при температуре 140 -150 ^{o}C, после которой оно, как указывалось ранее, приобретает высокие прочностные свойств, плотность его колеблется в пределах 550 – 600 кг/ м^3. Определение прочности на сжатие опытных образцов показало, что она превышает требуемую по ГОСТ 25485 – 89 «Ячеистые бетоны»не менее чем в 1,5 раза.Последнее особенно важно в связи с необходимостью решения проблемы энергосбережения при строительстве и эксплуатации жилья.Такой конструкционно – теплоизоляционный материал (по классификации ГОСТ 25485 – 89) может быть с успехом использован при возведении и эксплуатации зданий каркасного типа, в т.ч. и высотных, строящихся в сейсмоопасных зонах, а также при строительстве малоэтажного жилья. Преимущества его очевидны:дешевый,поскольку изготавливается из промышленных отходов, экологически безвредный, технология его производства проста, не требует дорогостоящего оборудования, образующиеся в небольшом количестве пылевые выбросы улавливаются и вновь используются как компонент сырьевой смеси.

Аналогичный метод может быть применен при получении огнезащитного покрытия для строительных (металлических и др.) конструкций, причем

в настоящее время особым вниманием пользуются т.н. огнезащитные системы конструктивного исполнения [2], огнезащитная эффективность которых не менее 150 мин. (1-я группа огнезащитной эффективности согласно НПБ 236-97). В этом случае покрытие представляет собой пористую мастику, состоящую из пористого наполнителя и указанной выше минеральной нанодисперсной вяжущей композиции. В качестве наполнителя сырьевой смеси в этом случае могут быть использованы такие известные материалы как вермикулит, вспученный перлит, диатомит и зольная мик-

росфера. Применяемая минеральная нанодисперсная вяжущая композиция обладает большой адгезией к металлу, дереву, керамическим и бетонным изделиям как при температуре окружающей среды 20 ^{o}C ,так и при высокой (порядка 500-1000 ^{o}C) , наблюдаемой при пожаре, поэтому слой нанесенного огнезащитного покрытия не разрушается и не отстает от защищаемой поверхности.Упрочнение его может быть достигнуто, также, путем создания композиционного материала волокнистой структуры, т.е. армирования его какими либо минеральными волокнами, например, базальтовой фиброй. В этом случае указанная выше пористая мастика является матрицей, в которой равномерно или с заданным распределением по ее объему, ориентированно или хаотично расположены дискретные волокна различного происхождения.

Библиографический

1. М. Хокинг, В. Васантасри, П. Сидки. Металлические и керамические покрытия. – М.: Мир.2000. – 516 с.
2. М.Г. Мансуров. Использование базальтовой изоляции для огнезащиты строительных конструкций / / «Техника и технология производства теплоизоляционных материалов из минерального сырья".Доклады –VIII Всероссийской науч.-практ.конф.(21-23 мая 2008 г.,г. Белокуриха)-Бийск.: БТИ АлтГУ.2008.- 200 с.

УДК 666.3

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Карпачева А.А.

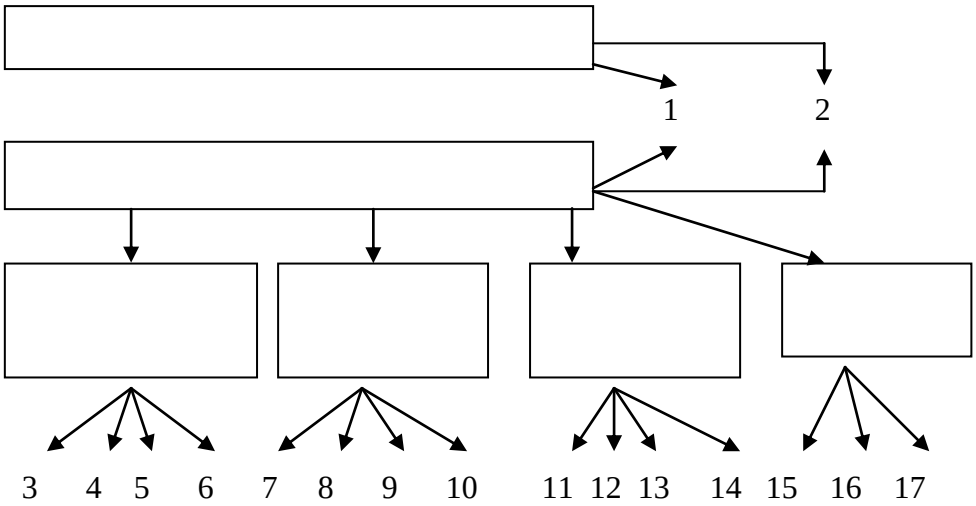
Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Сложившаяся в настоящее время экономическая ситуация стала благоприятной для развития малоэтажного строительства, которое характеризуется многообразием типов домов и различными технологиями из возведения. При выборе материала для стен в первую очередь ориентируются на их стоимость, короткий цикл возведения, местные материалы. Наилучшим материалом, удовлетворяющим этим требованиям, является кирпич керамический.

Для современного производства керамического кирпича наряду с глинистым сырьем, лессами и кремнеземистыми породами (трепел, диатомит) характерно использование промышленных отходов (углеотходы, золы и др.), что отражено в ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия». Одним из видов крупнотоннажных отходов являются отходы углеобогащения

Отходы углеобогащения (ОУО) и угледобычи – это шахтные породы, “хвосты” обогатительных фабрик. Они, как правило, содержат некоторое количество угля и глинистого компонента. Все отходы по содержанию углерода можно разделить на две группы. Углеотходы с содержанием углерода более 24 % рационально дополнительно обогащать или применять как топливо. Вторая часть отходов содержит углерода до 24 % и может использоваться в строительстве, черной металлургии, сельском хозяйстве (рисунок 1).

Например, в индустриальном Кузбассе годовой выход в отвалы отходов углеобогащения составляет более 10 млн. т в год и с ростом добычи угля этот показатель возрастает.



1 – энергетическое использование (сжигание, газификация); 2 – механическое обогащение; 3 – щебеночный материал; 4 – материал (в смеси с вяжущим) для верхних и нижних дорожных оснований; 5 – заменитель грунта при сооружении дамб, фундаментов; 6 – закладка подземных выработок, выравнивание рельефа; 7 – керамические материалы; 8 – заполнитель для бетона; 9 – вяжущие; 10 – камнелитые изделия; 11 – концентраты редких рассеянных металлов; 12 – кремнеалюминиевые сплавы и ферросплавы; 13 – материалы на основе карбида кремния; 14 – глинозем и другие кислородные соединения алюминия; 15 – нейтрализация кислых почв; 16 – носители микроэлементов и серы в удобрениях; 17 – улучшение структуры почв

Рисунок 1 – Использование отходов углеобогащения

На кафедре архитектуры и строительных материалов СибГИУ были исследованы местные сырьевые материалы – техногенные продукты и разработаны составы керамических шихт, позволяющие получить качественные изделия.

Результаты исследования гранулометрического, минерального,

фракционного составов отходов углеобогащения показали, что они, содержат значительно больше набухающих глинистых фракций, чем другие породы (25-29 %); поэтому их в первую очередь можно рекомендовать для производства обжиговых керамических изделий. Однако необходимо корректировать их фракционный состав, поскольку 60 % составляют пылеватые, а 37,73% – песчаные частицы, остальное набухающие глинистые, количество которых в шламистой части отходов может доходить до 10 %.

Наличие оксидов Al_2O_3 – 15,75-19,84 % и SiO_2 – 52,53-58,85 % в отходах углеобогащения свидетельствует о том, что их состав отходов близок к традиционному глинистому сырью и позволяет использовать их в качестве основного сырья для производства керамических материалов. Исследования показали, что содержание остаточного углерода в породах ЦОФ «Кузнецкая» и «Абашевская» (6,5-7%) значительно ниже, чем в отходах ЦОФ ОАО «ЗСМК» (11,7 %).

Установлено, что сырье мало закарбонизировано (CaO составляет 2,1-2,88 %). Это снижает возможность образования «дутиков» в готовых изделиях. В сырье присутствуют оксиды калия и натрия – 2,12 %, которые характеризуют плавкость сырья, однако их мало.

Изучаемые отходы углеобогащения представляют собой смесь метаморфизированных пород полиминерального состава. Результаты исследования показали, что в состав входят: глинистые минералы, углистое вещество, кварц, полевые шпаты, слюды, гематит, магнетит и другие вещества. Глинистые минералы представлены в основном гидрослюдами и каолинитом, которые при обжиге переходят в муллит.

Химический анализ позволяет сделать вывод, что исследуемые отходы ЦОФ Кузбасса как самостоятельное сырье для производства керамических изделий малопригодно, они требуют обогащения − введения корректирующих добавок: плавней и глиноземсодержащих компонентов либо сами могут служить корректирующими добавками в керамические шихты.

Для керамического кирпича полусухого прессования экспериментально установлены корректирующие добавки к пресс-порошкам из двух видов крупнотоннажных минеральных отходов юга Кузбасса. В первом случае были использованы отходы углеобогащения (*ОУО*) ЦОФ Абашевская, во втором – шламистая часть отходов обогащения («хвостов») железных руд (*ОЖР*) Абагурской обогатительно-агломерационной фабрики. Корректирующие добавки состояли из умереннопластичного новокузнецкого суглинка, отходов метизного производства и тонкомолотых отходов стекольного производства.

На первом этапе исследования производили подбор оптимального гранулометрического состава, исходя из максимальных значений прочности при сжатии, минимальных значений средней плотности и максималь-

ных значений коэффициента конструктивного качества получены при определенных гранулометрических составах керамической шихты (таблица 1).

Таблица 1 – Гранулометрический состав шихты на основе отходов обогащения угля для получения максимальной прочности обожженных керамических образцов

Содержание фракций, %					
2,5 мм	1,25 мм	0,63 мм	0,315 мм	0,16 мм	менее 0,16 мм
-	10	15	15	30	30

Для увеличения содержания мелкой фракции в составе шихты проводилась механическая обработка отходов углеобогащения путем их тонкого помола до удельной поверхности 400 $м^2$/кг. Установлено, что помол отходов углеобогащения в шаровой мельнице в течение 4-часов приводит к росту пластичности шихты на 16-22% (число пластичности увеличивается с 9,2 до 11,5). Прочность при сжатии при этом возрастает на 20-25 % до 8 МПа.

Повышенное содержание свободного углерода в отходах углеобогащения оказывает отрицательное влияние на физико-механические свойства обожженных образцов. При обжиге углерод не выгорает, а ококсовывается внутри черепка, что снижает прочность изделия. Для уменьшения содержания свободного углерода проведена термическая обработка отходов углеобогащения, которая заключалась в выжигании свободного углерода, содержащегося в них. Термообработка проводилась при температурах 400, 500 и 600 ^{0}С в течение 20 минут. Максимальное снижение содержания свободного углерода наблюдается в отходах фракцией 2,5 мм (с 14,57 до 1,46 %) при температуре термообработки 500^{0}С. В целом снижение свободного углерода составило 3-4% (до 2-4 %). Прочность изделий прошедших термообработку возрастает на 40-45 % и обеспечивается получение марки М100.

Для улучшения спекания керамической массы и увеличения количества жидкой фазы во время обжига в состав шихты вводилась железосодержащая добавка: отход метизного производства. Керамические образцы прессовались при оптимальном давлении и обжигались при оптимальной температуре 950 ^{0}С. Результаты испытания показали рост прочности при сжатии с увеличением количества вводимой добавки.

Железосодержащие отходы металлургического производства вводились в состав шихты в качестве тонкодисперсных добавок, улучшающих спекание керамической массы. Содержание добавок

изменялось от 1 до 15%. Состав керамической шихты определен был ранее: отходы углеобогащения 70%, суглинок 30 %. Наилучшие показатели имели образцы с содержанием добавки отходов метизного производства в количестве 2-5 % ($R_{сж}$=29,1 МПа); отходов обогащения железной руды в количестве 6-9 % ($R_{сж}$=26,0 МПа).

Результаты экспериментальных исследований и математической обработки зависимости прочности при сжатии, средней плотности и коэффициента конструктивного качества от процентного содержания в составе шихты корректирующих добавок – отходов металлургического производства позволили выявить оптимальные составы керамических шихт, (в мас. %): отходы углеобогащения 65-70%, суглинок 25-30%, железосодержащая добавка 3-5% (в пересчете на Fe_2O_3). Формовочная влажность 7-9 %, давление прессования 14-16 МПа, что обеспечивает коэффициент сжатия – 2,5-2,65. При этих условиях прочность керамических изделий составляет $R_{сж}$ – 30-32 МПа. На данный состав получен патент на изобретение №2327668 от 27.06.2008 «Сырьевая смесь для получения керамических изделий».

Результаты изучения свойств изделий показали: марка по прочности на сжатие – М150; водопоглощение 16-18 %; марка по морозостойкости - не менее F35; средняя плотность – 1670-1700кг/м^3. Керамические изделия не имели высолов после выдерживания их в воде в течение 2 суток и сохранили равномерную кремовую окраску.

Следует отметить, что себестоимость керамического кирпича размером 250х120х65 мм на основе промышленных отходов (за 1 шт.) составила 3,05 руб.; сравнительная себестоимость аналогичных изделий из глины – 5,80 руб., из шлакобетона – 3,59 руб., из пескобетона – 6,42 руб.

УДК 691.4: 658.567.1

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ V_2O_5 НА СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ДЕКОРАТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОТХОДОВ

Иванов А.И., Дружинин С.В.

Научные руководители: к.т.н., доцент Столбоушкин А.Ю., д.т.н. Стороженко Г.И.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Устойчивость социально-экономического развития государства в современном мире в значительной мере определяется решением его экологических проблем и рациональным использованием природно-ресурсного

потенциала. На начало XXI века в России сложилась напряженная экологическая обстановка, на территории страны скопилось более 80 млрд. тонн промышленных отходов [1]. Первое место по количеству образующихся отходов в стране занимает Кузбасс: 1,9 млрд. т в год при общем образовании в России 3,8 млрд. т (по данным министерства природных ресурсов и экологии за 2008 г.). Наиболее крупными техногенными образованиями в регионе (более 100 млн. тонн) являются объекты размещения отходов обогащения железных руд (хвосты) Абагурской обогатительно-агломерационной (АОАФ) и Мундыбашской обогатительной фабрик (МОФ). Хвостохранилища фабрик переполнены, что создает угрозу экологической катастрофы всего региона. Яркой иллюстрацией сложившейся ситуации может служить произошедшая 19 сентября 2010 г. авария на объекте шламового хозяйства АОАФ. В результате прорыва дамбы хвостохранилища № 2 произошла утечка шламистых железорудных отходов с частичным переливом в реку Кондома в окрестностях Новокузнецка [2].

Сегодня можно решить экологическую проблему и при этом извлечь прибыль в условиях рыночной экономики. В Сибирском государственном индустриальном университете совместно с учеными из Новосибирска (Научно-производственное предприятие «Баскей») разработана схема комплексной переработки отходов обогащения железных руд, предусматривающая производство керамического кирпича из их шламистой (илистой) части [3].

Настоящая работа посвящена исследованию керамических декоративных материалов на основе железорудных отходов с корректирующими и красящими добавками-плавнями. Приведены результаты изучения керамических шихт двух основных составов. Первый состав на основе шламистой части отходов обогащения железных руд АОАФ, второй – шламистых железорудных отходов МОФ. В качестве корректирующих добавок использовались умереннопластичный новокузнецкий суглинок и V_2O_5. С целью максимального использования отходов оптимизировано содержание глинистой добавки в составе пресс-порошков (не более 20% по массе). Оценка свойств керамических материалов проводилась по пределу прочности при сжатии ($R_{СЖ}$), средней плотности ($\rho_{СР}$) и коэффициенту конструктивного качества (*ККК*).

Для оптимизации составов керамических шихт на основе шламистой части отходов обогащения железных руд АОАФ и МОФ были приготовлены три серии образцов диаметром 45мм и высотой 40-45 мм, при давлении прессования 15-20 МПа, в которых последовательно изменялось содержание добавки V_2O_5 в количестве от 0 до 5% по массе. Обжиг образцов проводился в лабораторной муфельной печи при температуре 1050 ^{o}C.

Физико-механические свойства и внешний вид полученных керамических образцов представлены в таблице и на рисунке 1.

По результатам проведенных исследований можно отметить, что на образцы из железорудных отходов с корректирующей добавкой суглинка (20 масс.%) наиболее ярко-выраженное влияние оказывает добавка V_2O_5 в количестве 1-5%. Введение добавки окрашивает образцы в различные оттенки коричневого цвета и приводит к значительному повышению физико-механических свойств, что свидетельствует не только о красящем действии добавки, но и об ее участии в высокотемпературных процессах фазообразования керамического черепка.

Случайные ошибки, возникающие при приготовлении керамических шихт, прессовании, сушке и обжиге, могут повлиять на точность и достоверность проведенных исследований. Вследствие указанных причин, в работе была использована математическая обработка результатов эксперимента по определению оптимального состава керамических шихт.

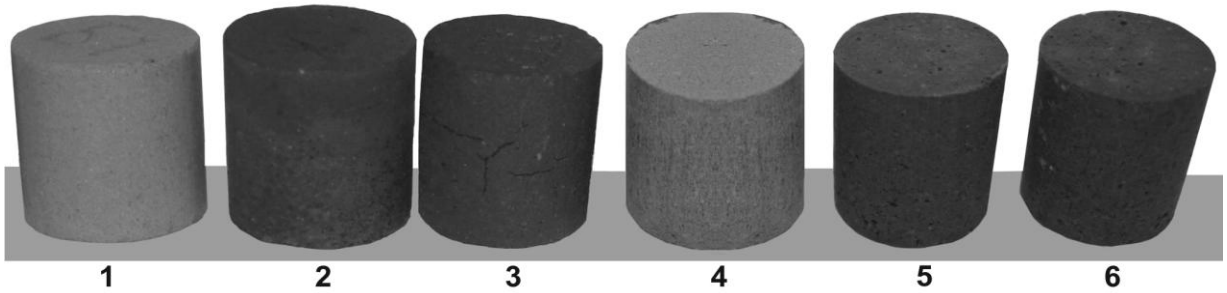


Рисунок 1 – Керамические образцы на основе шламистых железорудных отходов АОАФ (1-3) и МОФ (4-6) с добавкой V_2O_5:в количестве 0, 3, 5 масс.% соответственно

Таблица 1 – Физико-механические свойства керамических образцов из железорудных отходов с добавкой V_2O_5

№ п/п	Содержание добавки V_2O_5, %	Прочность при сжатии, МПа	Средняя плот-ность, кг/м^3	Водопогло-щение, %	*ККК*	Морозостой-кость, цикл.
Образцы на основе шламистых железорудных отходов АОАФ						
1	0	0,97	1800	14,5	0,5	15
2	3	26,59	1951	11,2	13,6	35
3	5	127,62	2259	6,4	56,5	более 50
Образцы на основе шламистых железорудных отходов МОФ						
4	0	0,95	1790	14,5	0,5	15
5	3	23,41	1890	13,5	12,4	35
6	5	98,1	2150	9,3	45,6	более 50

Для решения задачи, связанной с повышением достоверности

экспериментальных данных, использована программа автоматизированного расчета результатов эксперимента методом аппроксимирующего многочлена «Expert» [4] позволяющая определить оптимальную зависимость параметров $R_{СЖ}$, $\rho_{СР}$, *ККК* от процентного содержания красящей добавки-плавня в составе керамической шихты. Программа разработана на основе метода аппроксимирующего многочлена способом Чебышева, в котором функция приближения выражена в виде суммы многочленов повышающихся степеней, причем добавление новых слагаемых не изменяет коэффициентов перед предыдущими слагаемыми.

Анализ значений прочности при сжатии керамических образцов, полученных в результате расчета методом аппроксимирующего многочлена, показал, что функции приближений 5 и 6-го порядка очень близки к экспериментальным данным и практически не обеспечивают «сглаживания» от случайных ошибок. Наоборот, уравнения 1 и 2-го порядка имеют невязку более 100, не отражают и даже значительно искажают объективную закономерность изменения прочности в зависимости от процентного содержания добавки. В результате принято уравнение 3-го порядка в качестве функции, описывающей оптимальную зависимость между количеством добавки-плавня V_2O_5 и значениями прочности, средней плотности и коэффициента конструктивного качества изготовленных при одинаковых условиях образцов на основе шламистых железорудных отходов (рисунок 2, 3).

По рассчитанным графическим моделям параметров оптимизации 3-го порядка определены функции приближения и среднеквадратичные невязки *E* для значений $R_{СЖ}$, $\rho_{СР}$ и *ККК*.

Керамические образцы на основе шламистых железорудных отходов АОАФ:

$$R_{СЖ} = 0{,}936 + 28{,}023x - 15{,}383x^2 + 2{,}969x^3, \qquad E = 27{,}02018;$$

$$\rho_{СР} = 1{,}797 + 0{,}183x - 0{,}093x^2 + 0{,}015x^3, \qquad E = 0{,}00332;$$

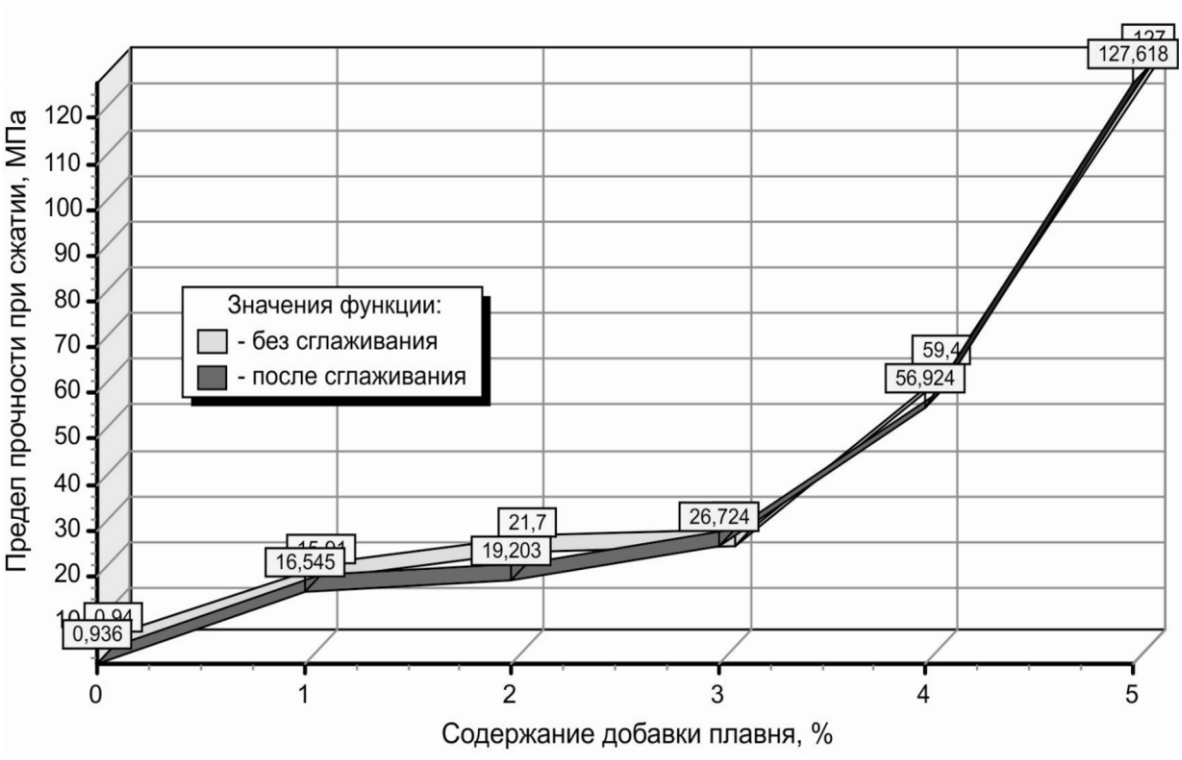
$$KKK = 0{,}778 + 11{,}876x - 5{,}751x^2 + 1{,}125x^3, \qquad E = 10{,}92948.$$

Керамические образцы на основе шламистых железорудных отходов МОФ:

$$R_{СЖ} = 1{,}135 + 14{,}047x - 5{,}73x^2 + 1{,}366x^3, \qquad E = 23{,}04524;$$

$$\rho_{СР} = 1{,}786 + 0{,}097x - 0{,}048x^2 + 0{,}009x^3, \qquad E = 0{,}00580;$$

$$KKK = 0{,}875 + 3{,}974x - 0{,}481x^2 + 0{,}300x^3, \qquad E = 10{,}05446.$$



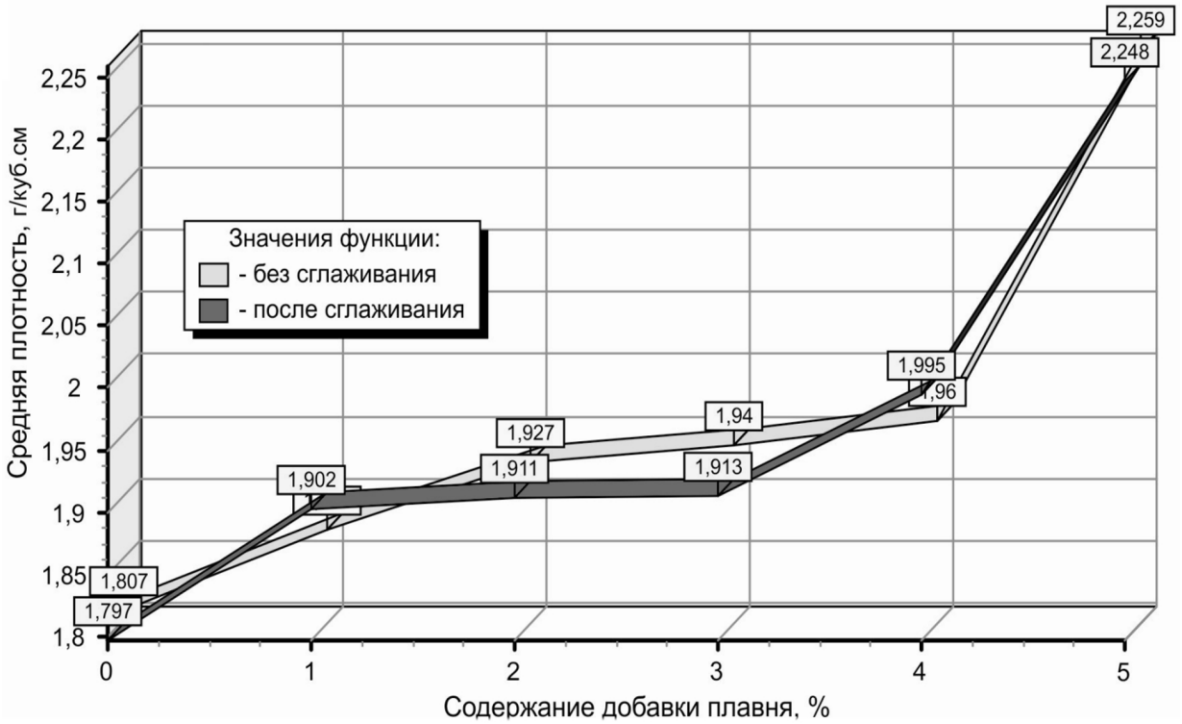


Рисунок 2 – Зависимость предела прочности при сжатии и средней плотности керамических образцов от процентного содержания добавки V_2O_5,

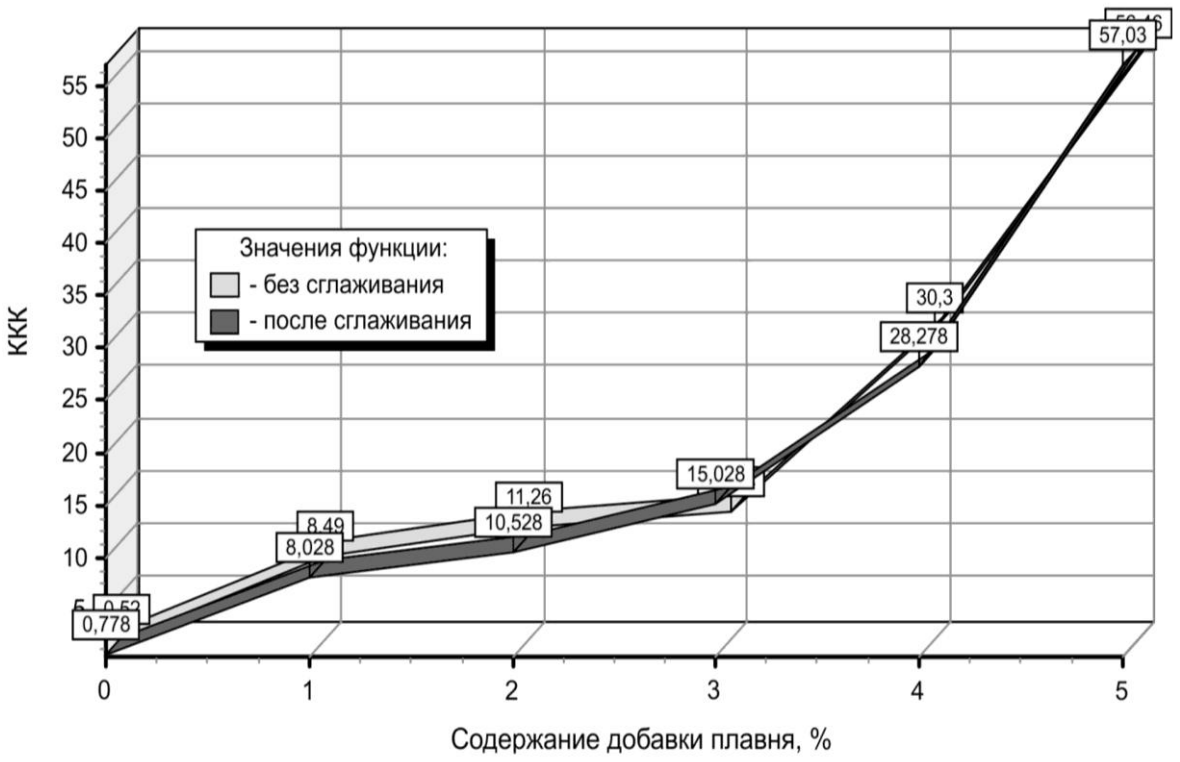


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента конструктивного качества керамических образцов от процентного содержания добавки V_2O_5

Резкое повышение прочностных характеристик и снижение водопоглощения образцов с увеличением количества добавки можно объяснить участием V_2O_5 в структурообразовании материала (рисунок 4). Введение плавня в количестве 5% приводит к интенсивному образованию расплавов при температуре 1000-1050 ^{o}C с образованием новых минеральных фаз. Формируется стеклокристаллическая структура, в которой исходные частицы практически неразличимы. Основываясь на полиструктурной теории можно предположить, что возникающая в результате расплавления зерен пресс-порошка пиропластичная связка образует в результате обжига наполненную кристаллами композицию (микросистему) или систему первого уровня керамического композита [5]. В результате получены высокие показатели предела прочности при сжатии образцов (80 – 120 МПа) и морозостойкости (более 50 циклов).

Таким образом, введение добавки в количестве 2-3% позволит выпускать объемноокрашенный керамический кирпича марки не ниже М150 или мостовой клинкер марки М900 (при содержании V_2O_5 в количестве 5% по массе).

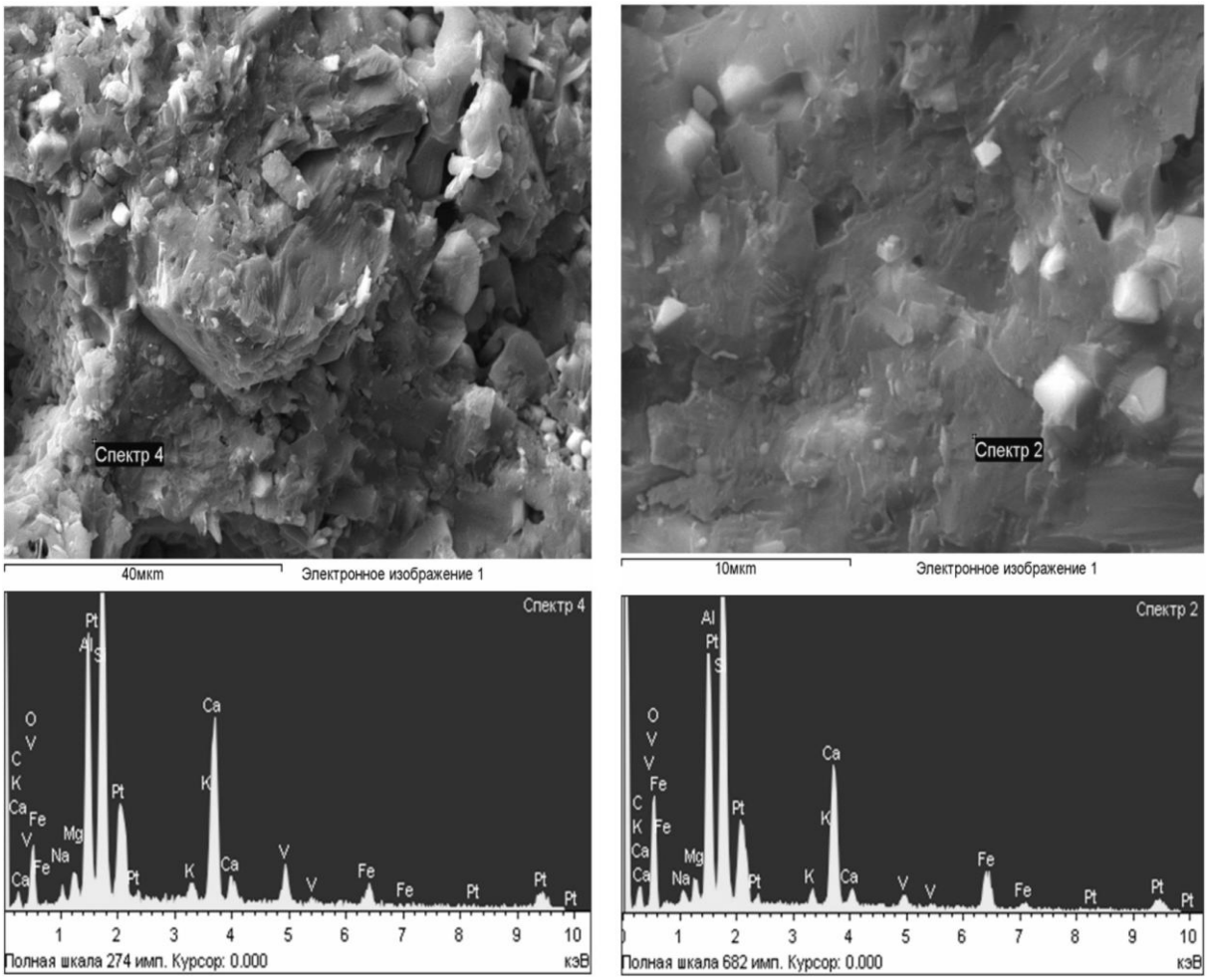


Рисунок 4 – Микроструктура керамического композиционного материала на основе отходов с добавкой плавня V_2O_5

Техническая новизна изобретения подтверждена положительным решением Федеральной службы по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент) о выдаче патента на изобретение за № 2009129691/03(041360) от 19.04.2010 г.

Использование шламистых железорудных отходов в такой ресурсоемкой отрасли, как производство строительных материалов даст реальную возможность утилизации промышленных отходов Юга Кузбасса в производстве декоративного керамического кирпича и тротуарного клинкера методом полусухого прессования. Утилизация железорудных хвостов позволит не только расширить сырьевую базу отрасли, но и внесет значительный вклад в разрешение экологических проблем региона.

Библиографический список

12. Сайт Дмитрия Медведева [Электронный ресурс] / Выступление на заседании Совета Безопасности по вопросу обеспечения экологической безопасности России 30 января 2008 года. – Режим доступа: http://www.medvedev2008.ru/live_press_01_30.htm, свободный. – Загл. с экрана. – Яз. рус., англ.

13. Сницкая А. Сколько воды утекло? // Кузнецкий рабочий. – 2010. – № 113. – С. 1.
14. Мочалов С.П., Шатилов Н.И., Столбоушкин А.Ю. и др. Инновационные технологии строительных материалов в структуре комплексной переработки железорудных отходов Мундыбашской обогатительной фабрики // Строительный Кузбасс. – 2010. – № 1-2. – С. 24-27.
15. Столбоушкин А.Ю., Зоря В.Н. Разработка и использование автоматизированной программы математической обработки результатов эксперимента // Новые строительные технологии 2005: сб. науч. тр. – Новокузнецк: Изд. СибГИУ, 2005. – С. 200-209.
16. Хрулев В.М., Тентиев Ж.Т., Курдюмова В.М. Состав и структура композиционных материалов. – Бишкек: Изд. Полиглот, 1997. – 124 с.

УДК 666.945:[658.567.1:622]

ГОРЕЛЫЕ ПОРОДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА

Плотникова Н.А.
Научный руководитель к.т.н. профессор Панова В.Ф.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Горелыми породами называют полностью перегоревшие пустые шахтные породы, содержащие минимальное количество органических примесей и минеральную (обычно глинисто-песчанистую) часть. В Кузбассе горелые породы имеются как природные, так и в конусообразных и плоских терриконах. В г. Новокузнецке – 2 терриконика по 2 млн. м^3 на шахте Байдаевская, на шахте Абашевской – 600 тыс. м^3. В г. Прокопьевске: шахта «Центральная» - 600 тыс. м^3, шахта «Красногорская» - 700 тыс. м^3. Из терриконов горелые породы частично разобраны для подсыпки дорог, но часть сохранилась. Оставшиеся объемы составляют от 2 до 700 тыс. м^3. Природные горелые породы (глиежи) в Кузбассе до настоящего времени не разрабатывались. Для использования в промышленности строительных материалов пригодны породы из полностью перегоревших терриконов, о чём свидетельствуют незначительные потери массы при прокаливании (п.п.п.).

Горелые породы относятся к группе активных минеральных добавок. Известно их применение в качестве активной минеральной добавки (до 60 %) к портландцементному клинкеру для получения пуццолановых цементов. Возможно на их основе получение известково-пуццолановых вяжущих.

По химическому составу горелые породы являются кислыми. В результате природного обжига происходит разложение каолинита – глинистой составляющей отходов с образованием активного кремнезема и

глинозема.

$$Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O \xrightarrow{400^0C} Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 + 2H_2O \rightarrow \xrightarrow{600\text{-}800^0C} 2SiO_{2акт} + Al_2O_{3акт}$$

Для повышения активности горелых пород применяется механический способ – помол и химический метод – добавка извести, доменного шлака, гипса, перлита, железистых добавок, добавок цемента, жидкого стекла. Полученные изделия требуют тепловой обработки (ТВО или автоклав).

Химический состав горелых пород шахты «Байдаевская» приведен в таблице 1. Результаты анализа показали, что породы относят к группе кислых, поскольку они содержат повышенное количество SiO_2 и Al_2O_3.

Таблица 1 – Результаты химического анализа горелых пород

Материал	ППП	SiO2	AlO3	FeO3	CaO	MgO	SO3
Горелая порода	1,15	64,14	17,22	5,33	2,34	1,36	0,77

Содержание углистых примесей отрицательно влияет как на саму горелую породу, так и на изделие из нее, а именно – снижает долговечность, морозостойкость, водостойкость.

Наиболее простой способ определения количества угля, который можно применять в полевых условиях, это способ поглощения горелой породой метиленовой сини из раствора концентрации 0,5 г/л. Горелая порода измельченная до полного прохождения через сито 0,08 берется в количестве 1 г и к навеске приливается 10 см^3 раствора метиленовой сини указанной концентрации. При содержании углистых примесей в количестве более 1,5…2 %, раствор бледнеет в течение 5…10 минут, и чем больше угля, тем быстрее происходит обесцвечивание раствора. Если углистых примесей содержится незначительное количество – 1,5 % раствор метиленовой сини в зависимости от степени самообжига ведет себя так же, как и при взаимодействии с обычным кирпичом.

Этим же способом можно определить степень обжига горелой породы. При низкотемпературном обжиге 600…700^{0}С – раствор сини остается в течение нескольких суток почти без изменения. Это испытание горелых пород позволяет установить в течение короткого времени и предельно простым способом наличие в ней поверхностно-активных частичек угля и недостаточно обожженной глины, причем частички угля особенно активно адсорбируют краситель от раствора.

При исследовании распределения остаточных углистых примесей в горелых породах определялись потери при прокаливании и содержание углерода для отдельных фракций рассеянных горелых пород, взятых из терриконов Кузбасса. Установлено, что остаточный углерод равномерно распределен во всех фракциях и не превышает 3 %. Несколько выше до 5 % находится в смеси фракции 10…40 мм. Объяснить хороший обжиг можно достаточным возрастом терриконов (около 50 лет), которые уже не горят.

Исходными материалами для образования горелых пород являются

метаморфизированные породы, представляющие собой природную смесь из углистых и слабоуглистых аргиллитов, алевролитов и песчаников. Установлено, что угленосные породы, выдаваемые из шахт Кузбасса, неоднородны и состоят из двух разновидностей, смешанных примерно в следующем соотношении в %: чистые породы – 30…40; смешанные с углем – 60…70.

Минералогический состав горелых пород Кузбасса представлен следующим примерным соотношением главных составляющих: глинистые сланцы – 48 %; песчанистые сланцы – 27 %; песчаники – 20 %; углистые сланцы – 3 %; карбонатные породы – 2 %. Цвет горелых пород может быть разным – от ярко красного до черного.

Для определения гранулометрического состава из терриконов методом квартования была взята проба, рассеяна через сито с ячейками 5, 10 и 40 мм. Результаты показали, что в породе больше всего содержится мелкой фракции менее 5 мм (таблица 2).

Таблица 2 – Гранулометрический состав горелых пород

Фракции, мм	Остаток на сите, %	Фракции, мм	Остаток на сите, %
5	36,3	10…40	24,2
5…10	13,5	40	26

Наличие повышенного количества мелкой фракции показывает, что часть горелых пород подвергнута разложению под действием влаги и мороза. Установлено также, что около 30 % пород терриконика имеют стабильный состав и не подвергаются разложению, поэтому именно эту фракцию (более 40 мм) можно использовать в качестве заполнителя. Для проверки этого утверждения некоторые фракции подвергались проверке на морозостойкость, а также проверялось количество углистых частиц, потери при прокаливании.

Физико-механические свойства горелых пород Кузбасса характеризуются следующими величинами:

Средняя плотность в куске	от 1400 до 2700 кг/м^3
Насыпная плотность дробленой горелой породы	от 1100 до 1400 кг/м^3
Пористость	от 3,6 до 32,1%
Водопоглощение	от 3 до 12% по массе
Пустотность	от 22 до 44%
Предел прочности при сжатии	от 100 до 840 кг/см^2
Морозостойкость	от 10 до 100 циклов

Из всех свойств горелых пород особое значение имеют механическая прочность и морозостойкость, определяющие применение пород.

В настоящее время на ООО «Производственная компания «Кузнецкий Цементный Завод» возникла проблема – отсутствие доменного шлака, в связи с закрытием домны на НКМК. Поэтому

предложено вместо доменного граншлака использовать горелую породу шахты «Байдаевская» в качестве компонента сырьевой смеси для получения клинкера вместо доменного гранулированного шлака.

Цель работы: для производства клинкера и далее цемента заменить активный доменный граншлак на горелую породу шахты «Байдаевская».

Для достижения цели необходимо было решить следующие задачи:

1. Исследовать горелую породу шахты «Байдаевская»;
2. Сделать расчет сырьевой смеси для производства клинкера;
3. Получить клинкер и цемент на его основе в производственных условиях;
4. Определить активность полученного цемента.

Предложена сырьевая смесь для клинкера: известняк, горелая пород, кварцит и колошниковая пыль. После обжига шихты во вращающейся печи и получатся клинкер. После совместного помола клинкера с гипсовым камнем в двухкамерных мельницах до удельной поверхности $S_{уд}$=250…300 $м^2$/кг образуется цемент.

Проба горелой породы была отобрана из отвала летом, она имела исходную влажность 8,14%, размер кусков – от 50 до 350 мм. Перед подачей в производство горелая порода дробилась и сушилась. Химический состав сырьевых материалов, приведенный к 100%, представлен в таблице 3.

Таблица 3 – Химический состав сырьевых материалов, приведенный к 100%

Материал	ППП	SiO**2**	Al2O**3**	Fe2O**3**	CaO	MgO	SO**3**	Сумма
Известняк	41,9403	1,7776	0,7131	0,4319	54,6450	0,4921	0	100
Горелая порода	1,2458	69,4833	18,6545	5,7740	2,5349	1,4733	0,8341	100
Кварцит	0,8512	96,4951	0,8011	0,5908	0,6709	0,5908	0	100
Колошниковая пыль	9,3784	8,4015	3,1017	77,9949	0	0	1,1235	100

Был произведен расчет четырехкомпонентной сырьевой смеси для получения клинкера. Принято содержание известняка за X частей, горелой породы за Y частей, кварцита за Z частей, а колошниковой пыли за 1 часть. В результате получено процентное соотношение компонентов сырьевой смеси (таблица 4):

Таблица 4 – Соотношение компонентов сырьевой смеси

Известняк, %	Горелая порода, %	Кварцит, %	Колошниковая пыль, %	Сумма, %
80,6107	14,9575	2,8707	1,5711	100

Химический состав сырьевой смеси и клинкера получен умножением содержания по массе сырьевых компонентов на соответствующие значения из таблицы 3 (таблица 5). Коэффициент пересчета сырьевой смеси в клинкер равен 1,5190.

Таблица 5 – Химический состав сырьевой смеси и клинкера

	Весовая часть	ППП	SiO2	Al2O3	Fe2O3	CaO	MgO	SO3	Сумма
Известняк	0,8061	33,8084	1,4330	0,5748	0,3481	44,0497	0,3967	0	80,6107
Горелая порода	0,1495	0,1862	10,3860	2,7884	0,8631	0,3789	0,2202	0,1247	14,9475
Кварцит	0,0287	0,0244	2,7701	0,0230	0,0170	0,0193	0,0170	0	2,8707
Колошниковая пыль	0,0157	0,1473	0,1320	0,0487	1,2254	0	0	0,0177	1,5711
Состав смеси :	1	34,1664	14,7211	3,4349	2,4535	44,4479	0,6339	0,1423	100
Клинкер :			22,3611	5,2176	3,7268	67,5155	0,9629	0,2162	100

Обжиг сырьевой смеси производился во вращающейся печи, производительность которой рассчитывается по количеству сырьевой смеси, прошедшей через дозаторы, расход ее составил 20,75 т/час.

Расчет значения коэффициента насыщения (КН), силикатного (n) и глиноземистого (p) модулей для клинкера приведен ниже:

$$KH = \frac{CaO - (0{,}65 \cdot Al_2O_3 + 0{,}35 \cdot Fe_2O_3)}{2{,}8 \cdot SiO_2} = \frac{67{,}5155 - (0{,}65 \cdot 5{,}2176 + 0{,}35 \cdot 3{,}7268)}{2{,}8 \cdot 22{,}3611} = 0{,}92$$

$$n = \frac{SiO_2}{Al_2O_3 + Fe_2O_3} = \frac{22{,}3611}{5{,}2176 + 3{,}7268} = 2{,}5$$

$$p = \frac{Al_2O_3}{Fe_2O_3} = \frac{5{,}2176}{3{,}7268} = 1{,}24$$

Расчет показал, что эти показатели соответствуют нормативам (таблица 6).

Таблица 6 – Значение коэффициента насыщения (КН), силикатного (n) и глиноземистого (p) модулей

	КН	n	p
Требуемое	0,82…0,96	1,7…3,5	1,0…1,7
Расчетное	0,92	2,5	1,24

Минералогический состав клинкера в процентах по данным химического состава приведен в таблице 7.

Таблица 7 – Минералогический состав клинкера

C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF
64,5787	15,3844	7,5059	11,3296

После помола клинкера с гипсовой добавкой получен портландцемент. Он имеет следующие характеристики: удельная поверхность 297

г/см^2; нормальная густота цементного теста 25,42 %; водоцементное отношение 0,38; расплыв конуса 114,7 мм; сроки схватывания – начало через 2 часа 31 минуту, конец – 4 часа 20 минут; предел прочности при изгибе через 3 суток – 46 кгс/см^2, через 28 суток – 67 кгс/см^2, предел прочности при сжатии через 3 суток – 303 кгс/см^2, через 28 суток – 513 кгс/см^2. Полученный цемент имеет марку ПЦ500.

На основе опытного клинкера с горелой породой получены разновидности портландцемента, в котором в качестве активной минеральной добавки использовалась также горелая порода вместо граншлака – ГПЦ400 и портландцемент – ПЦ400Д20 и ПЦ500Д0.

Результаты эксперимента показали, что горелая порода может быть использована в сырьевую шихту для получения клинкера, а также как активная минеральная добавка при получении различных видов портландцемента.

В начале статьи показано, что эти породы из старых терриконов могут быть применены как облегченный заполнитель (насыпная плотность 1100-1400 кг/м^3), стойкий против всех видов распада для приготовления легких бетонов.

УДК 669.95:[621.311:658.567.1]

НОВОЕ БЕСЦЕМЕНТНОЕ ВЯЖУЩЕЕ ИЗ ЗОЛ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

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

Сибирского государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Работа выполняется по заданию Министерства образования и науки Российской Федерации на тему «РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ СОЗДАНИЯ НАНОДИСПЕРСНОГО СИЛИКАТНОГО ВЯЖУЩЕГО ИЗ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ ТЭС С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕХАНОХИМИИ», рассчитанного на трехлетний период (2010–2012 годы).

В 2010 году выполнены исследования физико-механических свойств, структуры, химического и минералогического составов двух зол тепловых электростанций, в том числе низкокальциевой (кислой) золы-уноса Кузнецкой ТЭЦ (г. Новокузнецк, Кузбасс) и золы-уноса Берёзовской ГРЭС-1 (г. Шарыпово, Красноярский край). Исследована и установлена экспериментально возможность получения нанодисперсного силикатного вяжущего из этих двух зол с помощью механохимической переработки их смесей на мельницах планетарного типа конструкции ИХТТиМ СО РАН.

В таблице 1 приведены физические характеристики указанных зол, определенные по ГОСТ 310.2 и 310.3.

Таблица 1 – Физические характеристики золы

Наименование золы	Удельная поверхность, $см^2/г$	Насыпная плотность, $кг/м^3$	Истинная плотность, $кг/м^3$	Водопотребность, %
Зола Кузнецкой ТЭЦ (кислая)	2233	668,70	2040	41,4
Зола Берёзовской ГРЭС-1	2428	982,70	2140	46,7

В таблице 2 – химические составы, определенные по Гостам 5382-91, 10538 и 11022.

Таблица 2 – Химические составы золы

Наименование золы	Состав, %								
	SIO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	MnO	CaO	$CaO_{св.}$	MgO	SO_3	П.П.П.
Зола Кузнецкой ТЭЦ	28,00	18,19	7,88	0,21	29,82	2,52	7,82	0,96	6,01
Зола Берёзовской ГРЭС-1	17,64	8,96	9,54	0,35	41,97	6,26	9,39	6,26	4,72

Минералогический состав зол определялся в Аналитическом центре ОИГГиМ СО РАН методом дифрактометрии на аппаратах ДРОН-3, а также оптическими методами на сканирующем микроскопе JSM-35 (фирмы (JEOL) с энергодисперсной приставкой KEVEX.

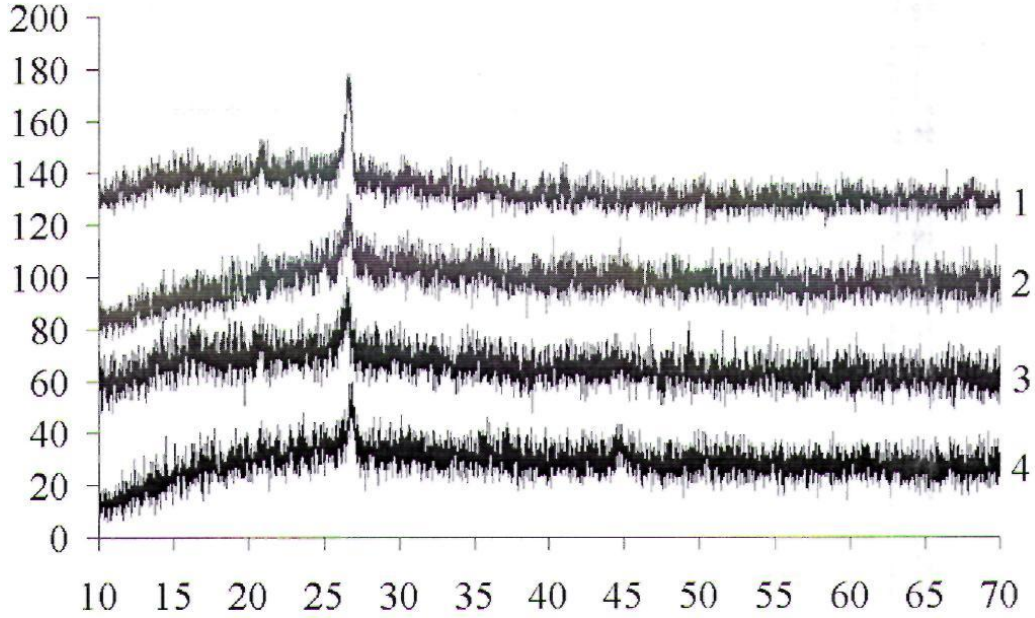
Минеральные составы двух зол приведены ниже.

Зола Кузнецкой ТЭЦ		Зола Березовской ГРЭС	
1. Рентгеноаморфный кальций (алюмосиликатная фаза)	45 %	1. $CaO_{свободный}$	40 %
2. Муллит ($3Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$)	10 %	2. Мервенит ($Ca_3Mg(SiO_4)_2$)	15 %
3. Кварц (SiO_2)	20 %	3. Ангидрит	15–20 %
4. Магнетит (Fe_3O_4)	5–7 %	4. Кварц (SiO_2)	10 %
5. $CaO_{свободный}$	2–3 %	5. Портлантид ($Ca(OH)_2$)	5–7 %
6. Плагиоклаз	1–2 %	6. Периклаз (MgO)	5–7 %
7. Портлантид ($Ca(OH)_2$)	следы	7. Калиевый полевой шпат ($K(AlSi_3O_{10})$)	2–3 %

Анализ химического и минералогического состава показал на возможность взаимодействия свободных оксидов кальция и кремния этих зол, при их совместной механохимической обработке в планетарных мельницах с получением силикатов кальция и частичное превращение рентгеноаморфного кальция золы Кузнецкой ТЭЦ в составляющую вновь создаваемого вяжущего.

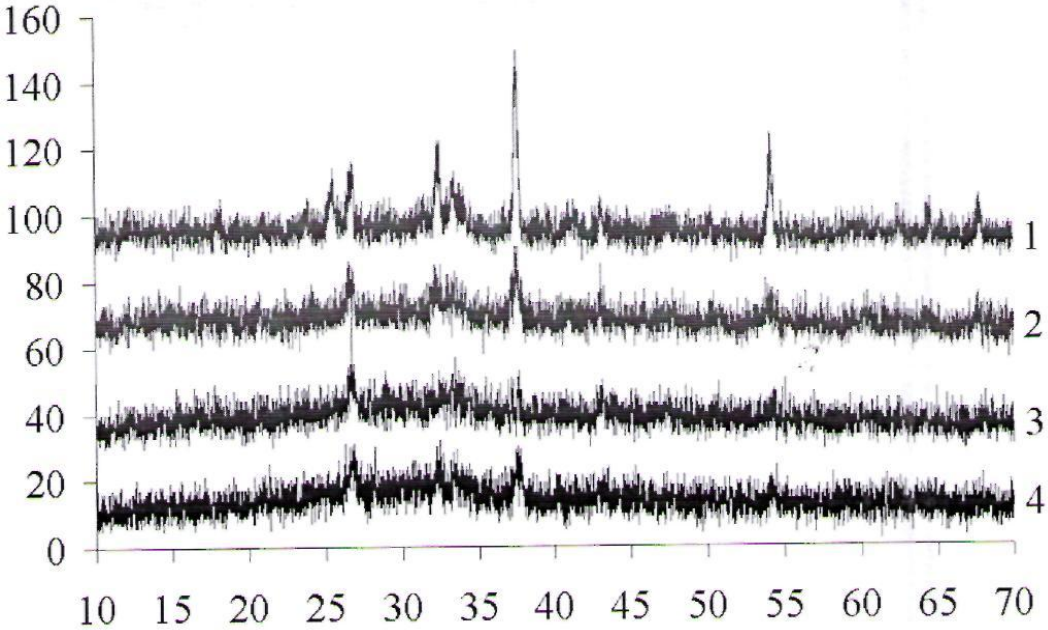
С этой целью нами, совместно с институтом химии твердого тела и механохимии СО РАН, была произведена механохимическая обработка (МО) указанных зол и их смеси в соотношении 1:1 по массе в лабораторной мельнице АГО-2 конструкции ИХТТиМ СО РАН в течение 5, 10 и 15

минут. Результаты рентгенофазового анализа (РФА) представлены на рисунках 1–3.



1 – исходная; 2 – 5 мин. МО; 3 – 10 мин. МО; 4 – 15 мин. МО

Рисунок 1. Зола Кузнецкой ТЭЦ:



1 – исходная; 2 – 5 мин. МО; 3 – 10 мин. МО; 4 – 15 мин. МО

Рисунок 2. Зола ГРЭС:

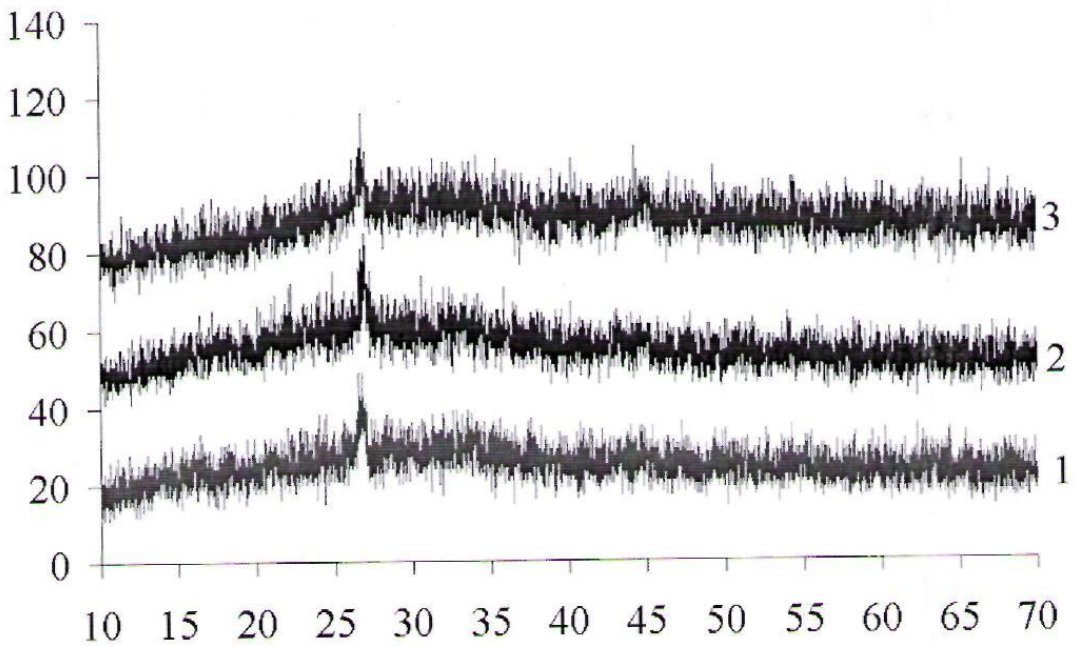


Рисунок 3. Смесь зол (зола ТЭЦ/зола ГРЭС = 1:1):
1 – 5 мин. МО; 2 – 10 мин. МО; 3 – 15 мин. МО

Рисунок 1. У исходной золы пик при 2θ ~ 26° соответствует SiO_2, обнаружен также был CaO. После механохимической обработки в течение 5 минут – сохранилось наличие SiO_2 и CaO. После 10 минут – сохраняется SiO_2, CaO не обнаружен. После 15 минут МО – SiO_2 (2θ ~ 26°), $CaSiO_3$ не обнаружен.

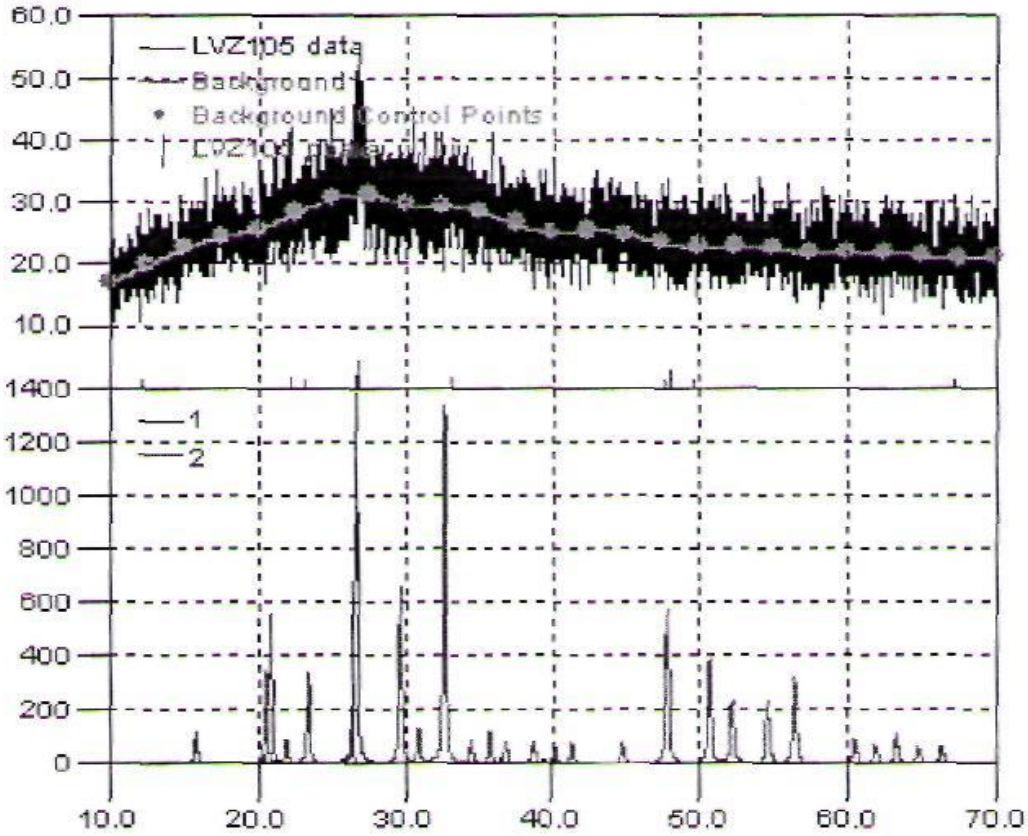
Рисунок 2. У исходной золы наблюдаются пики, соответствующие ее составу: SiO_2, CaO, Fe_2O_3, Al_2O_3. После механохимической обработки в течение 5 минут наблюдается пик CaO (2θ ~ 38°). После механохимической обработки в течение 10 минут пик SiO_2 (2θ ~ 26°), CaO (2θ ~ 38°) еще сохраняется, появляются незначительные пики Ca_2SiO_4 (2θ ~ 32°). После 15 минут МО – пик CaO (2θ ~ 38°) еще сохраняется; есть небольшой пик Ca_2SiO_3 (2θ ~ 32°). Пик при 2θ около 26° может принадлежать как оксиду кремния, так и алюмосиликату (Al_2SiO_5).

Рисунок 3. 5 мин МО: при 2θ ~ 26° есть пик оксида кремния, который также может принадлежать $CaSiO_3$, есть незначительный пик Ca_2SiO_4 (2θ ~ 34°). Пик оксида кальция выражен незначительно. 10 минут МО: CaO – не обнаружен. Хорошо виден пик оксида кремния. Пики при 2θ ~ 32, 34, 42° выражены на рисунке не явно и соответствуют силикатам кальция, предположительно двухкальциевый силикат Ca_2SiO_4 (рисунок 4). После 15 минут МО: SiO_2 остается; пики при 2θ ~ 29, 32, 48° соответствуют силикатам кальция (рисунок 5).

Таким образом, образовался трёхкальциевый силикат Ca_3SiO_5.

Химическое определение свободного оксида кальция проводилось на основе метода, приведенного в ГОСТ 23227-78 «Угли бурые, каменные, антрацит, горючие сланцы и торф. Метод определения свободного оксида

кальция в золе».



1 – SiO_2; 2 – Ca_2SiO_4

Рисунок 4. Смесь зол после 10 мин МО:

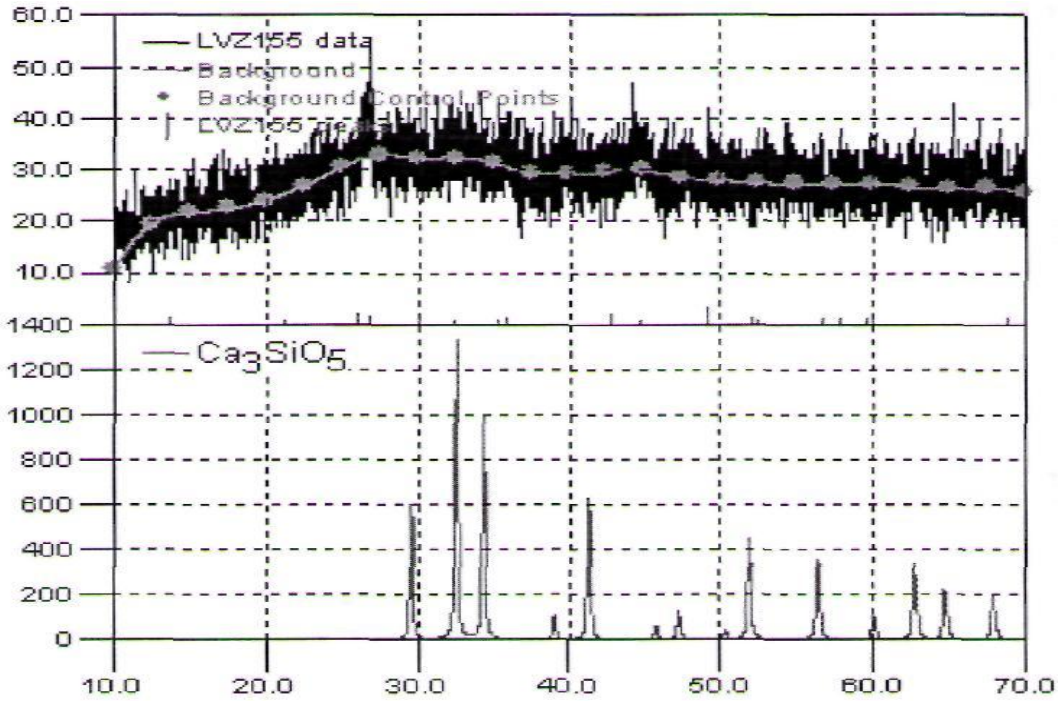


Рисунок 5. Установление присутствия силикатов кальция в смеси зол после их 15 мин МО

Навеска золы (2 г) обрабатывалась 0,005 н. раствором NaOH при

комнатной температуре в течение 10 мин. Затем раствор фильтровали, промывали NaOH и фильтрат собирали в колбу вместимостью 500 см^3, доводили водой до метки. Осаждение вымытых катионов кальция проводили 5 % Na_2CO_3, который дает с фильтратом белый осадок $CaCO_3$, осадок отделяли фильтрованием и взвешивали.

Содержание свободного гидроксида кальция определяли по потере массы золой после обработки 0,005 н. NaOH и по массе образовавшегося $CaCO_3$, в котором 56 % CaO.

Данные анализа представлены в таблице 3.

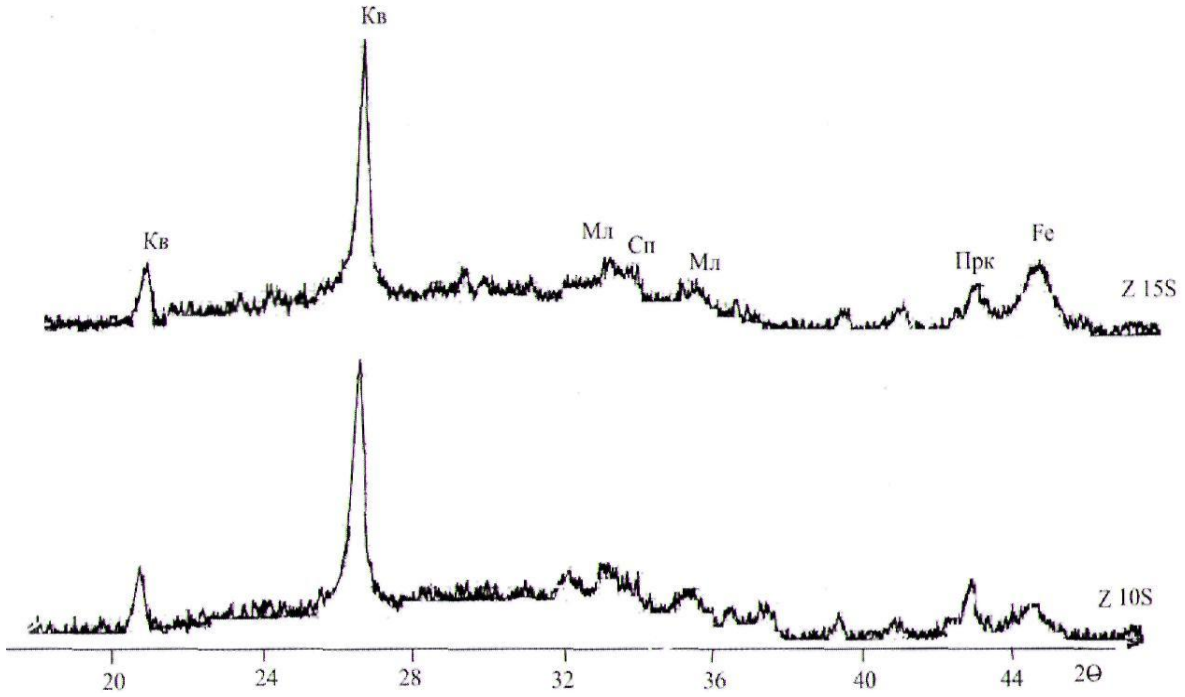
Таблица 3 – Содержание свободного оксида кальция

Образец	m золы до обработки NaOH, г	m золы после обработки NaOH, г	Δm, г	m ($CaCO_3$), г	m (CaO), г	Расчетное содержание CaO в золе, %		Теоретическое содержание CaO в золе, %
						по Δm золы	По m ($CaCO_3$)	
Зола 2*, исходная	2,01665	1,88105	0,1356	0,297	0,16632	6,72	8,25	6,26
Зола 2*, 15 мин МО	2,00605	-	-	0,0525	0,0294	-	1,46	-
Смесь зол 1:1, 15 мин МО	2,00485	1,93755	0,0673	0,05433	0,0304	3,36	1,51	-
* Зола 2 – высококальциевая зола Березовской ГРЭС-1, г. Шарыпово Красноярского края								

Из приведенных данных видно, что в результате механохимической обработки зол и их смесей, содержание в них свободного оксида кальция снижается в несколько раз (от 2 до 6 раз) и соответствует требованиям ГОСТов для применения в качестве вяжущих составляющих в цементе и бетонах.

В результате исследований минеральных составов смеси рентгенофазовым анализом на аппарате ДРОН-3 после механохимической переработки в течение 10 и 15 минут, установлено преимущественное содержание рентгеноаморфной фазы в виде двух- и трехкальциевого силикатов и незначительное присутствие кварца, периклаза, муллита, спуррита и натёртого α-Fe (железа). Рентгенограммы приведены на рисунке 6.

Совместно с научным руководителем (профессором С.И. Павленко) подана заявка на изобретение нового вяжущего из двух зол теплоэлектростанций.



Кв – кварц, Мл-муллит, Прк – периклаз, Сп – спуррит, Fe – железо, Z – зола, S – смесь

Рисунок 6 – Рентгенограммы проб Z 10S b Z 15S

УДК 666.973.6

ЗОЛОГАЗОБЕТОН С АРМИРУЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ

ШАРКО Е.С.

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

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

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

Увеличение прочности при растяжении безавтоклавного газобетона может быть достигнуто путем армирования ячеистой структуры рассредоточенными волокнами минеральной ваты, в частности, стекловаты, которая способствует повышению связности отдельных компонентов ячеистых бетонов в области межпоровых перегородок. Как показывает зарубежный опыт, коррозионное действие щелочной среды композиций с добавкой доменного шлака и зол, в которых преобладают соединения Al_2O_3 и SiO_2, на

стекловолокно меньше, чем традиционных, в которых преобладают кальциевые соединения.

Оптимальный состав по прочности на сжатие подбирали на смесях, состоящих из каменноугольной золы – унос ТЭЦ ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» (ЗСМК), топкинского портландцемента ПЦ500Д0 и газоочистной пыли известкового производства ЗСМК.

Химический состав золы ТЭЦ ЗСМК приведены в таблице 1.

Таблица 1 - Химический состав золы ТЭЦ ЗСМК

Состав, %								
SiO_2	Al_2O_3	CaO	Fe_2O_3	FeO	MgO	Na_2O+ K_2O	SO_3	п.п.п
58,72	25,48	6,04	5,62	-	1,88	2,19	0,62	3,15

Качественные характеристики золы приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики определяющие качество золы ТЭЦ ЗСМК

Наименование характеристики					
Коэффициент качества, K	Модуль основности, M_o	Модуль активности, M_o	Силикатный модуль, n	Модуль кислотности, $M_к$	Коэффициент основности
0,57	0,094	0,434	1,89	10,63	-0,134

Как видно из данных таблиц 1 и 2 зола является низкокальциевой, кислой (содержание оксида кальция 6,04% с крайне незначительным количеством свободного). Основными оксидами являются оксид кремния (58,72%) и алюминия (25,48%). Преимуществом этой золы является незначительное содержание в ней сернистых соединений в пересчете на SO_3 (0,62%). По данным таблицы 2 зола ТЭЦ ЗСМК относится к группе ультракислых зол.

Преимуществом золы по сравнению с кварцевым песком является то, что она не требует дополнительного помола, т.к. ее удельная поверхность 2300-2500 г/см^2, и она удовлетворяет требуемой удельной поверхности золы для приготовления ячеистого золобетона. Физические характеристики золы представлены в таблице 3.

Золы характеризуются высокой водопотребностью, однако зола ТЭЦ ЗСМК обладает наиболее низкой водопотребностью по сравнению с дру-

гими золами Кузбасса (например, водопотребность золы сухого отбора Томь-Усинской ГРЭС составляет 44,4%).

Таблица 3 – Физико-механические характеристики золы ТЭЦ ЗСМК

Удельная поверхность, $см^2/г$	Плотность, $кг/м^3$		Водопотребность, %
	истинная	насыпная	
2300-2500	2200	700-720	40-41

Цвет золы – пепельно-серый, такой цвет золе придают обуглившиеся органические вещества. Серый цвет также обусловлен совместным присутствием соединений титана и железа.

Зола неоднородна по своему строению, наиболее однородны шарики, состоящие полностью из стекла. От 5% составляют шарики, полые внутри, то есть стекло вспучивается в момент образования таких шариков (микросфер). Микросфера – ценное сырье для приготовления легких, в т.ч. ячеистых бетонов.

Физические характеристики портландцемента представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Характеристики цемента ПЦ500Д0

Наименование, ГОСТ	Удельная поверхность, $см^2/г$	Активность цемента, МПа	Плотность, $г/см^3$		Тонкость помола, остаток на сите 008, %	Н. Г., %	Сроки схватывания	
			Истинная	Насыпная			Начало, час	Конец, час
Портланд цемент 10178-85	3700	49	3	1,2	менее 10	25	Не ранее 2	10
Примечание – Н. Г. – нормальная густота цементного теста								

Химический состав клинкера, % представлен в таблице 5.

Таблица 5 – Химический состав клинкера

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	SO_3	$CaO_{СВ}$
21,68	5,61	4,32	65,07	1,49	0,17	0,42

Минералогический состав клинкера и вещественный состав цемента, % представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Минералогический состав клинкера

C_3S	C_2S	C_3A	C_4AF	Вид добавки	Количество добавки	Количество гипса (SO_3)
55,8	20,0	7,5	13,1	-	-	1,5…3,5

В качестве щелочного компонента наиболее часто используется известь**.** По химическому составу она почти полностью состоит из свободных окисей кальция и магния с преимущественным содержанием окиси кальция.

При применении негашеной молотой извести возможно появление дутиков. Это можно объяснить недомолом извести, наличием зерен пережога или зерен в оплавленной корочке, которые гидратируют в процессе твердения, что и приводит к неравномерности изменения объема и как следствие к уменьшению прочности. Кроме того, несвязанная известь может привести к высолам, которые образуются в результате карбонизации насыщенного раствора гидроокиси кальция, мигрирующего на капиллярах цементного камня на поверхность.

В данной работе известь заменена газоочистной пылью известкового производства ЗСМК, образующаяся при обжиге известняка. Химический состав известковой пыли приведен в таблице 7.

Известковая пыль имеет высокую удельную поверхность (остаток на сите №008 менее 3%) в ней отсутствуют непогасившиеся зерна, поэтому исключается возможность появления дутиков.

Известковая пыль имеет насыпную плотность 650-660 кг/м^3, а в уплотненном состоянии 800-810 кг/м^3. В своем составе известковая пыль содержит 50…60% кальцита $CaCO_3$, 20…30% портландита $Ca(OH)_2$, 5…6% извести CaO и до 5% примесей. После обработки известковой пыли в 5% растворе HCl обнаружены следующие минералы: гематит Fe_2O_3, магнетит Fe_3O_4 $CaFe_2O_4$, кварц, примеси.

Таблица 7 – Химический состав газоочистной пыли

Содержание оксидов, %										
SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	Na_2O	K_2O	TiO_2	MnO_2	P_2O_5	ППП
3,95	1,07	61,79	1,21	3,77	0,3	0,1	0,05	0,03	0,04	27,69

После изготовления изделия пропаривались при температуре 80 ^{0}С по режимам, рекомендованным нормативными документами для конструктивно-теплоизоляционного ячеистого бетона.

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

Исследования влияния добавок стекловаты на прочностные характеристики газобетона проводили на оптимальном составе плотностью 600 кг/м^3 по прочностным показателям.

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

Без добавки волокна плотность ячеистого бетона составляла 640 кг/м^3 при прочности на сжатие — 2,5 МПа и изгиб 0,8 МПа. Введение волокна оптимальной длины в количестве 5% от массы сырьевых компонентов при длине волокна от 15 мм до 40 мм позволило получить бетон плотностью 580 кг/м^3 при прочности на сжатие 3,1 МПа и изгибе 1,3 МПа.

На приведенных рисунках1-3 представлены микрофотографии структуры дисперсноармированного газобетона. На рисунке 1 четко видна армированная некоррозированными волокнами межпоровая перегородка, а также ячейки макропор.

Рисунок 1 – Армированная некоррозированными волокнами межпоровая перегородка

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

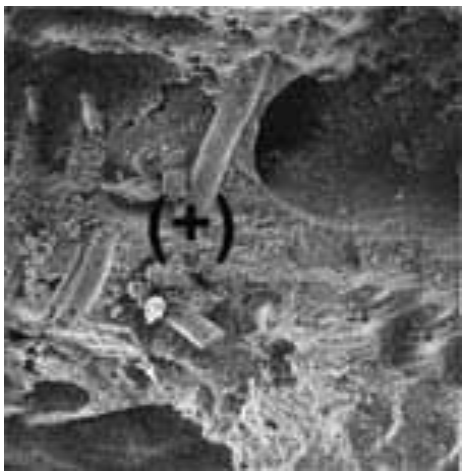


Рисунок 2 – Стекловолокна, замоноличенные в связующий материал

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

Рисунок 3 – Стекловолокна, склеенные продуктами новообразований

Получение зологазобетона с увеличенной прочностью на растяжение позволит повысить не только прочностные свойства ячеистого бетона, но и положительно скажется на качестве готовых изделий и их трещиностойкости. Кроме того, внедрение этого материала позволит значительно сократить энергоемкость производства за счет исключения расхода кремнеземного компонента и автоклавной обработки изделий. Кроме того, будет получен экологический эффект за счет утилизации зол и шлаков.

УДК 691:678.065

РЕЗИНОВАЯ КРОШКА ИЗ АВТОПОКРЫШЕК ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Коротыч Н.С.
Научный руководитель: Уточкина Л.К.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Проблема использования изношенных автопокрышек имеет важное экологическое значение, поскольку вышедшие из эксплуатации шины накапливаются и на свалках длительное время загрязняют окружающую среду.

Строительные изделия на основе шинной резиновой крошки позволяют решать экологические проблемы, связанные с утилизацией изношенных автомобильных шин. Изношенные шины помимо резины содержат большое количество армирующих текстильных и металлических материалов, и являются тем самым, источником экономии природных ресурсов.

Строительные материалы, производимые на основе резиновой крошки, имеют преимущества: высокая износостойкость, стойкость к механическим, химическим, озоновым, ультрафиолетовым и температурным воздействиям; травмобезопасность; эстетичный внешний вид; антискольжение; высокий уровень шумопоглощения; длительный срок службы (не менее 20 лет); лёгкая утилизация. Плиты могут использоваться как на улице, так и в помещении.

Строительные объекты, где возможно применение плит и брусчатки на основе резиновой крошки: тротуары, пешеходные дорожки; садовые дорожки; дворовые территории; детские игровые площадки; спортивные площадки; балконы, террасы; спортивные залы, беговые дорожки; бассейны и прилегающие территории; уличные ступени, входные зоны зданий, прилегающие территории; площадки, паркинги частных домов; гаражи, напольные покрытия предприятий.

Готовая продукция – тротуарная плитка из резиновой крошки изготавливается на проектируемом предприятии горячим способом из резиновой крошки, полиуретанового связующего и пигмента. Переработка резиновой крошки осуществляется методом дробления. Технологическая схема приведена на рисунке 1.

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 (текстиль), не прошедший через верхнюю сетку, собирается винтовым конвейером и системой пневмотранспорта подается в расположенный вне цеха бункер отходов для последующего вывоза его автотранспортом. Кордонное волокно, собираемое в бункере, можно использовать для тампонирования нефтяных скважин и производства кордобитумных плиток, а также при производстве бетонных и асфальтобетонных композиций в качестве армирующего компонента и в строительных изделиях в качестве утеплителя.

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, которая затем используется в качестве сырья для производства резиновых покрытий (плитка, маты, кровель), получаемых методом горячего прессования: тротуарная плитка, резиновые коврики, кровельные покрытия.

Способ изготовления тротуарной плитки основан на применении смеси резиновой крошки, цветового пигмента и полиуретанового связующего путем механического прессования при повышенных температурах. Тротуарная плитка, полученная из резиновой крошки на полиуретановом связующем, отличается длительностью эксплуатации, хорошей атмосферостойкостью, пониженным уровнем шума, современным дизайном. Благодаря добавлению красителя плитка может быть разных цветов. Тротуарная резиновая плитка так же обладает высокими антискользящими свойствами, образующийся в зимний период ледяная корка на поверхности покрытия легко самоскалывается. Она практически не изнашивается, устойчива к резким колебаниям температур, имеет привлекательный внешний вид, удобна в уходе. Благодаря морозостойкости материалов плитка под воздействием погодных условий не растрескивается и не выкрашивается.

Организация производства по переработке вышедших из эксплуатации шин и производство продукции для строительства из резиновой крош-

ки способствуют созданию рабочих мест и поддержанию экологии в городе.

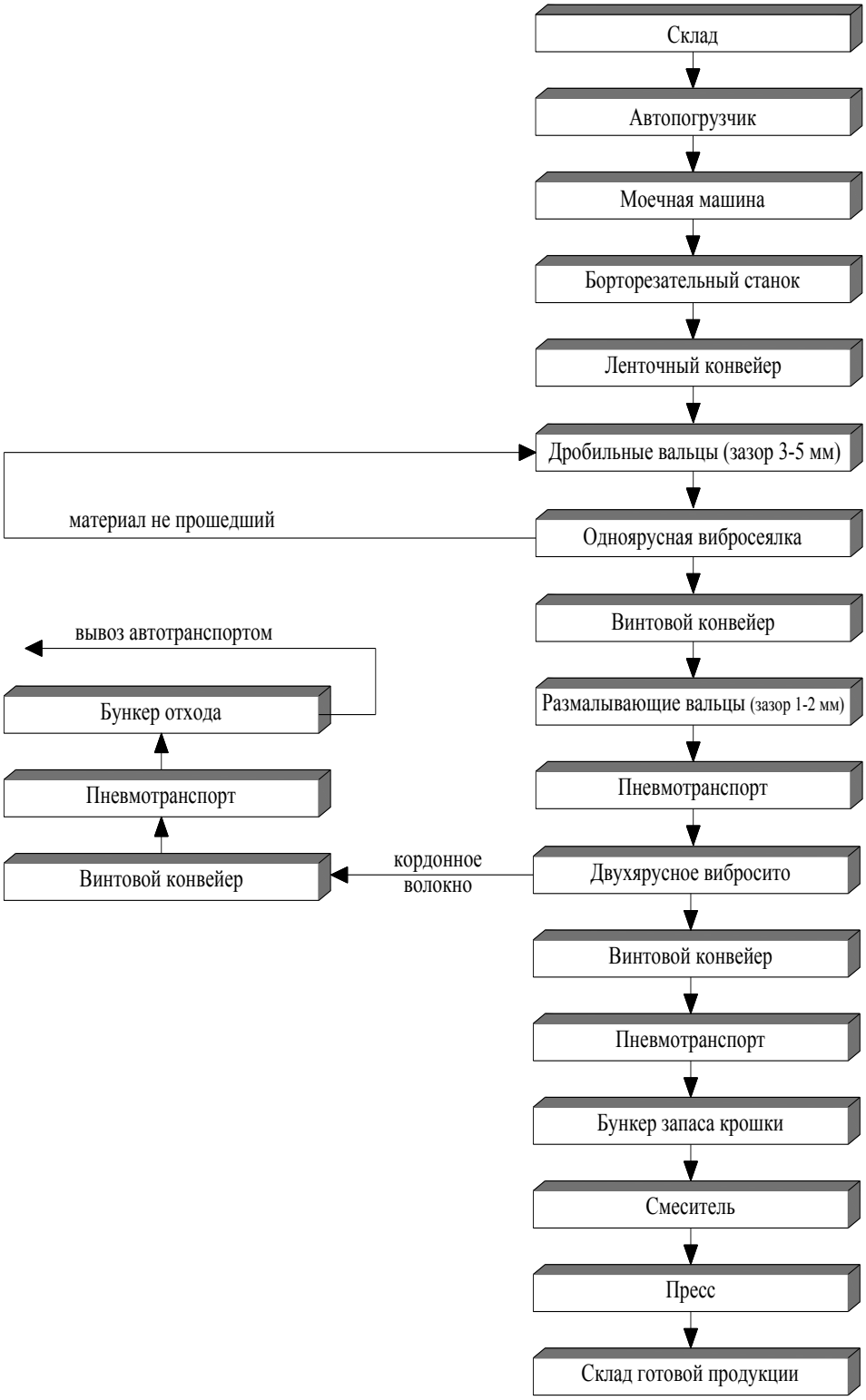


Рисунок 1 – Технологическая схема

УДК 666.973

ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕНОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КАМНЕЙ

Коробейников А.П., Филин А.Н., Никитенко С.М., Стариков А.Л., Карпова А.И.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Выбор оборудования и предпроектная проработка его компановки в цехе производства стеновых камней.

Разработанные составы и технологические параметры изготовления стеновых камней из легкого шлакобетона с добавкой отходов обогащения железной руды обусловливают целесообразность применения в заводском производстве изделий поточно-агрегатной и конвейерной технологий.

Предлагаемая к проектированию технологическая линия по изготовлению пустотных стеновых камней с размерами и физико-техническими характеристиками по ГОСТ 6133-84 "Камни бетонные стеновые. Технические условия" с применением формовочной виброустановки "Рифей-универсал" имеет расчетную производительность 10 тыс. м^3 в год при работе в две смены, в течение 262 суток в год, что соответствует годовому объёму бетонной смеси 7,3 тыс. м^3 при пустотности камней 27%.

Для выполнения годовой программы цех должен быть обеспечен 1900 т цемента, 5000 т шлака, 1800 т отходов, а также энергоресурсами: 3000 м^3 воды, 900 т пара, 80000 м сжатого воздуха и 600000 кВт*ч электроэнергии.

Цемент доставляется автоцементовозами. В качестве склада цемента принят инвентарный автоматизированный склад СБ-33Г, поставляемый комплектно с электрооборудованием. Он предназначен для приема, хранения и выдачи цемента пневмонагнетательным способом в расходный бункер.

Шлак и отходы доставляются из отвалов автотранспортом в бункера крытого склада, оборудованного дзухсекторными затворами с пневмоцилиндром, с регулируемым размером входного отверстия. Шлак и отходы после прохождения через виброгрохот для отделения посторонних включений и крупных кусков (шлака) с помощью скребкового конвейера подаются в расходные бункера.

Для дозирования шлака и отходов предусмотрено применение объёмных дозаторов, обеспечивающих точность ±7 кг. Целесообразность применения объемных дозаторов для заполнителей обусловлена тем, что шлак имеет влажность 10-14 мас.%, а отходы – 6-13 мас.%. Это затрудняет их дозирование, особенно отходов, весовыми дозаторами. В то же время установлено, что колебания расхода шлака и хвостов на 1 м^3 смеси при

объёмном дозировании в указанных пределах несущественно влияют на плотность и прочность шлакобетона.

Объёмные дозаторы с регулируемым объёмом их загрузки (в связи с колебаниями влажности шлака и отходов, а, следовательно, и их насыпной плотности) изготавливаются по специальным чертежам, как нестандартное оборудование.

Цемент дозируется весовым дозатором, например, типа 6.010АД-400-2БЦ, с точностью ± 1 кг.

Отдозированные материалы поступают в роторный бетоносмеситель, входящий в комплект оборудования виброустановки "Рифей-универсал".

Сформованные изделия на поддонах, установленных на рамных тележках, по рельсовому пути поступают в туннельную пропарочную камеру.

Пропарочная камера оборудуется теплоэлектронагревателями и устройством для подачи воды или тепловыми агрегатами для подачи теплоносителя в виде пара.

После термообработки тележки с готовыми изделиями поступают на расположенный в цехе склад готовой продукции.

Технико-экономическая оценка эффективности производства стеновых камней.

Экономический эффект от внедрения производства пустотных стеновых камней из шлакобетона средней плотностью 1200—1250 кг/м^3 марки М75 подсчитан по методике "Инструкции по определению экономической эффективности использования в строительстве новой техники, изобретений, рационализаторских изобретений" СН 509-78. За базовый вариант приняты стеновые камни из керамзитобетона с аналогичной маркой по прочности и средней плотностью.

Поскольку единовременные капитальные вложения, а также затраты по эксплуатации и срокам службы сравниваемых вариантов изделий одинаковы, то годовой экономический эффект от создания и использования новой техники определяется по формуле:

$Э = (З_1 – З_2)\ А$,

где Э – годовой экономический эффект, руб.;

$З_1$ и $З_2$ – приведенные затраты на изготовление единицы продукции (1 м^3), производимой по базовой и новой технике, руб.;

А – объём внедрения, м^3.

Таким образом, экономический эффект достигается за счёт разницы в приведенных затратах на применяемые материалы, расходуемые на изготовление 1 м^3 продукции.

Сравнительные показатели расхода и стоимости материалов на изготовление 1 м^3 стеновых камней с пустотностью 27% из керамзитобетона и шлакобетона приведены в таблице 1. Стоимость материалов дана на 01.12.95 г.

В таблице указан расход материалов на 1 м^3 изделий с учётом их пустотности (27%, то есть для средней плотности 950-1000 кг/м^3, соответствующей плотности шлакобетона 1200-1250 кг/м^3.

Таблица 1 – Сравнительные показатели расхода и стоимости материалов на изготовление 1 м^3 стеновых камней

Материалы	Расход на 1 м^3 камней			Стоимость материалов в руб.		
	Ед. измер.	Керамзитобетонные	Шлакобетон	Цена ед. измер	Керамзитобетонные	Шлакобетонные
Портландцемент М400	Т	0,220	0,200	233000	51260	46600
Керамзитовый гравий	М^3	0,9	-	180000	162000	-
Котельный шлак	Т	0, 150	0,535	13000	1950	6955
Хвосты	Т	-	0,185	11000	-	2035
Вода	Л	230	250	1200	276	300

Годовой экономический эффект при объёме внедрения 10000 м^3:

Э = (215486 – 55890)*10000 = 15959600000 руб. = 16 млрд.руб.

Радиологическая и санитарно-гигиеническая оценка возможности использования отходов обогащения железной руды и котельного шлака.

Количество мелкодисперсных отходов мокрой магнитной сепарации железной руды на хвостохранилищах Абагурской агломерационной фабрики в настоящее время составляет около 95 млн. т. Они утилизируются лишь эпизодически, в основном для подсыпок, и количество отходов увеличивается с каждым годом.

В связи с положительными результатами исследований по применению отходов обогащения руды как заполнителя строительных растворов, тяжелых и легких бетонов (в качестве заменителя природного песка) были выполнены исследования отходов на содержание экологически вредных веществ.

Установлено, что отходы не содержат токсичных и радиационно активных соединений и элементов и могут быть использованы в производстве строительных материалов без ограничений.

Аналогичные результаты получены и при исследовании котельного шлака.

На использование отходов обогащения руды и котельного шлака получены санитарно-гигиенический и радиационные сертификаты.

Важно также отметить, что отходы обогащения руды и котельный шлак находятся в отвалах во влажном состоянии и не пылят при транспортировании, дозировании и загрузке в бетоносмесители, что исключает необходимость установки пылеулавливающих агрегатов и устройств в цехах производства строительных изделий.

Для очистки запыленного воздуха, удаляемого в атмосферу, предусмотрена установка напорных рукавных фильтров, например типа СМЦ-169 и циклонов ЦН-11Д, только над бункерами цемента.

Заключение.

1. Заполнители бетона, получаемые из доменного шлака в цехах по переработке металлургических шлаков АО ЗСМК и АО НКМК, а также мелкодисперсные отходы обогащения железной руды Абагурской агломерационной фабрики являются мощной сырьевой базой для производства бетонных и стеновых камней.

2. Установлено, что отходы обогащения железной руды не содержат токсичных и радиоактивных соединений и элементов и могут быть использованы в производстве строительных материалов и изделий без ограничений. На использование их получены санитарно-гигиенический и радиационный сертификаты.

3. В результате проведенных исследований установлена возможность полной замены отходов обогащения руды, при изготовлении легких бетонов всех марок. При этом сочетание мелкодисперсных отходов, относящихся по гранулометрической характеристике к очень мелкому песку, позволяет получать мелкий заполнитель бетона с оптимальным зерновым составом по показателям водопотребности бетонной смеси, плотности и физико-механическим свойствам бетона.

4. Установлено, что минимальная водопотребность (В/Ц) бетонной смеси и максимальные показатели прочности бетона достигаются при определенном соотношении в мелком заполнителе отходов обогащения руды и шлака. Оптимальное отношение абсолютного объёма (массы) песчаной части (отходы + шлак) бетонной смеси к сумме абсолютных объёмов (массы) всех заполнителей уменьшается от 0,41 до 0,28.

5. Водопотребность бетонной смеси на мелком заполнителе из смеси отходов обогащения руды и шлака при прочих равных технологических факторах на 20-30 л/м^3 больше, чем смеси на мелком заполнителе – природном песке (модуль крупности Мк = 3,2).

6. В связи с повышенной водопотребностью отходов обогащения руды (10,5% по сравнению с природным песком (7%), а также структурными особенностями шлакового заполнителя (микропористость, развитый микрорельеф поверхности) приготовление бетонной смеси должно осуществляться с применением пластифицирующих добавок, в частности СДБ (0,15-0,2% к массе цемента) в смесителях принудительного действия.

7. Установлена возможность транспортирования, подачи через затворы бункеров и дозаторы отходов обогащения железной руды с влажностью до 13%, по массе (наибольшее значение по многим пробам) без применения каких-либо дополнительных приспособлений и операций.

8. Заводские и лабораторные испытания подтвердили целесообразность обогащения отходов (хвостов) путем выделения из них на виброгрохоте с отверстиями диаметром 10-20 мм комков, образованных сцементированными высокодисперсными ("глинистыми") минеральными частицами, при организации массового производства бетонных и железобетонных конструкций и изделий.

9. Выполнены исследования по разработке составов и технологических параметров изготовления методом объёмного вибропрессования легкобетонных стеновых камней с использованием в качестве заполнителей котельного шлака и смеси котельного шлака с отходами обогащения железной руды. Получены шлакобетоны средней плотностью 1100-1300 кг/м3 классов по прочности на сжатие В 5 (М 75) - В 7,5 (Ml00) при расходе портландцемента Н 400 от 230 до 290 кг/м8.

10. Установлено, что шлакобетон на заполнителе в виде смеси котельного шлака и отходов обогащения руды при одинаковом с бетоном на одном шлаке расходе цемента характеризуется на 20-25% более высокими значениями прочности образцов, как после вибропрессования (сырцовая прочность), так и после пропаривания. При введении отходов в состав бетонной смеси улучшается также внешний вид изделий.

11. В производственных условиях на виброформовочной установке "Рифей универсал" изготовлены опытные образцы стеновых камней с пустотностью 21% размером 390x190x188 мм и полнотелого кирпича размером 250x120x88 мм марок М 100 средней плотностью соответственно 1000 и 1250 кг/м^3. Испытания изделий показали, что они по всем характеристикам соответствуют требованиям ГОСТ 6133-84 "Камни бетонные стеновые. Технические условия".

12. Расчеты показали, что себестоимость изготовления 1 м^3 стеновых камней из шлакобетона на заполнителе из смеси котельного шлака и отходов в 3,9 раза меньше по сравнению со стеновыми камнями из керамзитобетона с мелким заполнителем из котельного шлака.

13. В результате проведенных исследований разработаны технологические регламенты и руководства по приготовлению строительных растворов, тяжелого бетона и стеновых камней с использованием отходов обогащения руды и шлаковых заполнителей.

14. Выбрано оборудование для приготовления строительных растворов, товарного бетона, бетонных и железобетонных изделий, стеновых камней. Выполнена эскизная компановка оборудования в здании завода строительных изделий.

15. Запланированное строительство завода позволит только в производстве товарного тяжелого бетона (годовой объём 2600 м^3) и стеновых камней (годовой объём 10000 м^3) ежегодно утилизировать 3500 т отходов обогащения руды и 5500 т доменного и котельного шлаков.

Суммарный годовой экономический эффект от производства товарного бетона и стеновых камней составит 17,8 млрд.руб.

Автор монографии спроектировал цех, приобрёл установку Рифей-Универсал выполнил строительно-монтажную работу, организовал производство изделий на территории учреждения УН – 1612/16. С 1995 по 2008 год изготовлено в цехе 5,5 млн. штук шлакоблоков, 7000 м^3 товарного бетона, 30000 шт. плиток садовых, утилизировал 5000000 т. отходов обогащения, весь котельный шлак производимый Абагурской аглофабрикой и котельными посёлка Абагур Лесной. В цехе механизированы все работы включая погрузку в автомобили. Вручную производится только укладка продукции в кузове автомобиля. Установка Рифей-Универсал чрезвычайно хорошо работает. В течении 13 лет отсутствовали аварии. Установка может работать выше проектной производительности. Установка является наилучшей в мире, создатели её заслужили наивысшей похвалы. Все импортные аналогичные установки не работоспособны и обладают только наивысшими позорными качествами и пригодны для использования только в качестве металлолома.

УДК 666.973

СОСТАВЫ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЛЕГКОГО БЕТОНА ДЛЯ СТЕНОВЫХ КАМНЕЙ НА ОСНОВЕ КОТЕЛЬНОГО ШЛАКА И ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ

Коробейников А.П., Филин А.Н., Никитенко С.М., Стариков А.Л., Карпова А.И.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Современные условия требуют поиска различных путей увеличения производства стеновых материалов с высокими технико-экономическими показателями. Развитие их производства приобретает особую актуальную значимость при увеличении потребности в мелкоштучных стеновых материалах в связи с интенсивным развитием малоэтажного (коттеджного) домостроения.

Перспективным направлением снижения удельных капительных вложений при организации производства стеновых строительных материалов и уменьшения их себестоимости является пересмотр сложившейся их

структуры в сторону выпуска легкобетонных камней с широким использованием побочных продуктов и отходов промышленности.

Огромным резервом сырьевой базы для производства экономически эффективных стеновых материалов являются топливные (котельные) шлаки и мелкодисперсные отходы металлургии и тепловой энергетики (золы ТЭС, отходы (хвосты) обогащения руды).

В последние годы рядом научно-исследовательских организации и предприятий созданы автоматизированные и механизированнные линии по производству стеновых изделий и других штучных изделий методом объемного вибрирования, которые внедрены во многих городах России и стран СНГ. Наибольшей известностью пользуются линии и установки типа "Рифей универсал" (г. Златоуст) и ВИП-13 (г. Москва). Это открывает широкие возможности для массового производства стеновых изделий на разнообразных сырьевых материалах.

Предпосылки для эффективного использования при изготовлении легкобетонных стеновых камней комбинированного заполнителя в виде смеси котельного шлака и мелкодисперсных отходов обогащения железной руды состоят прежде всего в достижении значений пластической прочности и вязкости бетонной смеси, улучшающих ее формовочные свойства при объёмном вибропрессовании, осуществляемом при сравнительно низком удельном давлении – от 100 до 2000 кПа (0,1-2 МПа), с формованием изделий по принципу немедленной распалубки. Кроме того, улучшаются характеристики прочности и долговечности изделий, так как отхода обогащения руды (пылевидные и мелкие фракции) можно отнести к активной минеральной добавке, позволяющей экономить цемент.

При проведении исследований по получению легкого бетона для стеновых камней применялся шлак от слоевого сжигания каменного угля на котельной Абагурской агломерационной фабрики. Химический состав шлака приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав котельного шлака

SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	SO_3	R_2O	п.п.п	Несгоревшее топливо
42,2	15,3	2,1	1,6	4,6	0,46	1,2	32,5	28,3

Из данных таблицы видно, что котельный шлак характеризуется повышенными значениями потерь при прокаливании, большая часть которых приходиться на частицы зерна и не сгоревшего топлива (угля) с размером зерен до 20 мм. Известно, что некоторые угли склонны под воздействием атмосферных агентов окисляться. Этот процесс сопровождается значительным увеличением объёма, что может привести к разрушению шлакобетонных изделий как местного, так и общего характера (1). Поэтому, с точки зрения повышения характеристик долговечности бетона, целесообразно обогащать шлаковый заполнитель материалом, не содержащим горючей массы, каким и являются отходы обогащения руды.

Зерновой состав и основные физико-механические характеристики котельного шлака приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Зерновой состав и физико-механические характеристики котельного шлака

Частные остатки, % по массе, на ситах с размером отверстия, мм							Проход через сито 0,14 мм, %	Насыпная плотность кг/м^3	Истинная плотность г/см^3
10	5	2,5	1,25	0,63	0,31	0,14			
15,5	18,0	18,5	9,5	11,0	11,5	9,0	7,0	650	2,4

Как пористый заполнитель котельный шлак представляет смесь щебня фр. 5-10 мм (33,5% и пористого песка (фр. 5 мм) с модулем крупности MR - 2,3 (66,5%). Шлак применялся в опытах как рядовой заполнитель, то есть без рассева на щебеночную и песчаную фракции (фракционирования). Отходы обогащения железной руды использовались той же пробы, что и при изготовлении тяжелого бетона. В качестве вяжущего применялся кузнецкий портландцемент марки М 400, характеристики которого приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Характеристики портландцемента

Плотность, г/см^3	Нормальная густота, %	Сроки схватывания, ч/мин		Активность, кгс/см^2		Проход через сито №008, %	Удельная поверхность, см^2/г
		начало	конец	по прочности на сжатие	по прочности на изгиб		
3,1	27,5	1-35	5-20	425	67,5	88,6	3320

Приготовление шлакобетонной смеси осуществлялось в лабораторном смесителе принудительного действия емк. 20 л (модель роторного смесителя типа С-742Б).

Формование образцов-кубов размером 7х7х7 см и образцов-цилиндров (Ø 6 см; п = 6 см) методом объёмного вибропрессования производилось на стандартной лабораторной виброплощадке (А = 0,5 мм; n=3000 мин$^{-1}$). Удельное давление на открытую поверхность смеси величиной 150 кПа (0,15 МПа) передавалось с помощью штампов и съёмных грузов. Продолжительность вибрирования составляла 4-5 с.

Параметры вибропрессования (вибрирования с пригрузом) и формовочная влажность смеси,составляющая 24-26 мас.%, обеспечивали сырцовую прочность образцов на сжатие 0,1 - 0,15 МПа.

Консистенция бетонной смеси при формовании образцов соответствовала показателю жесткости по стандартному прибору (ГОСТ 10181-81) в пределах 30-40 с.

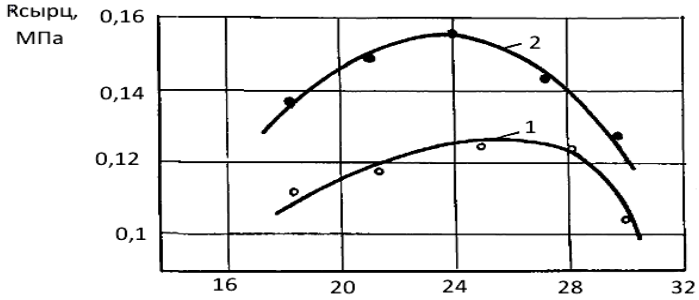
Образцы шлакобетона, установленные на металлические листы после предварительной выдержки в течение 4-5 ч пропаривались при 75-80

°С по режиму 3 + 10 + 3 ч и испытывались сразу после окончания пропаривания, а затем в возрасте 28 сут при хранении в воздушно-сухих условиях.

В таблице 4 приведены составы и основные свойства образцов шлакобетона, содержащих и не содержащих отходы обогащения железной руды. Из данных таблицы видно, что изменяя содержание цемента в смеси и регулируя соотношение шлака и отходов можно в широком диапазоне изменять среднюю плотность и прочность легкого бетона. Преимущество бетона на комбинированном заполнителе из котельного шлака и отходов состоит в достижении экономии цемента при получении требуемой прочности бетона.

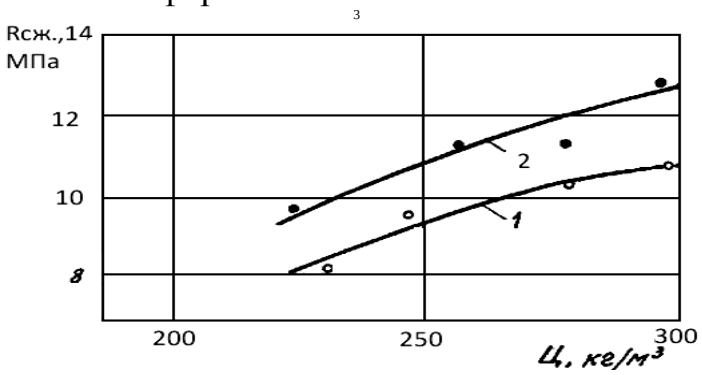
Кроме того, бетон на комбинированном заполнителе позволяет изготавливать стеновые камни с повышенной пустотностью (25% и выше) за счёт более высоких значений прочности материала как при формировании изделий (сырцовая прочность), так и после их твердения по заданному режиму. Из данных таблицы 4 следует, что прочность шлакобетона сразу после окончания пропаривания составляет в среднем 76% прочности в возрасте 28 суток.

Сравнительные данные по прочности свежесформованных образцов бетона на шлаке и комбинированном заполнителе приведены на рисунке 1, а по прочности пропаренных образцов в возрасте 28 суток приведенной к средней плотности 1200 кг/м^3, – на рисунке 2.



1 – состав 2 (по таблице 4), на шлаке; 2 – состав 4

Рисунок 1. Зависимость сырцовой прочности образцов шлакобетона от формовочной влажности



1 – на шлаке; 2 – на смеси шлака и отходов

Рисунок 2. Зависимость прочности пропаренного шлакобетона от расхода цемента.

Таблица 4 – Составы и основные свойства образцов шлакобетона для стеновых камней

№ состава	Расход материалов, кг/м^3				В/Ц	Жесткость, с	Средняя плотность после пропаривания, кг/м^3		Прочность на сжатие, МПа	
	Портланд-цемент М400	Котельный шлак	Отходы (хвосты)	Вода			После пропарива-ния	В возрасте 28 суток	После пропарива-ния	В возрасте 28 суток
1	280	670	-	280	1,00	33	1220	1012	4,30	5,70
2	260	800	-	290	1,10	35	1310	1100	6,30	8,80
3	295	860	-	305	1,05	35	1390	1215	8,40	10,80
4	220	660	200	315	1,40	36	1305	1130	6,50	8,70
5	280	660	230	310	1,13	34	1365	1210	8,20	11,00
6	290	680	260	310	1,08	35	1470	1290	11,30	14,70

В результате проведенных исследований определены составы шлакобетонных смесей для изготовления полнотелых и пустотных стеновых камней классов по прочности на сжатие В5 (М 75) и В7,5 (М 100) из шлакобетона средней плотностью соответственно 1100-1200 кг/м^3 и 1300 кг/м^3 (полнотелые камни). Стеновые камни с пустотностью 27% при этих значениях средней плотности шлакобетона имеют для указанных классов (марок) камней по прочности на сжатие среднюю плотность соответственно 900-1000 кг/м^3 и 1100 кг/м^3. Составы смесей приведены в таблице 6. В производственных условиях, в индивидуальном частном предприятии (г. Новокузнецк), на установке "Рифей-универсал" было осуществлено изготовление опытных образцов шлакобетонных изделий из разработанных составов смесей на материалах, использованных в исследованиях.

Таблица 6 – Составы шлакобетонных смесей для изготовления стеновых камней

Виды камней	Характеристики камней		Расход материалов на 1 м^3 смеси, кг			
	Класс (марка) прочности	Средняя плотность, кг/м^3	Цемент М400	Шлак	Отходы	Вода
Полнотелые	В5(М75) В5(М75) В7,5(М100)	1100 1200 1300	260 230 290	800 700 710	- 220 250	300 300 330
Пустотелые (пустот-ность 27%)	В5(М75) В5(М75) В7,5(М100)	900 1000 1100	300 260 330	820 680 660	- 240 250	290 340 320

Для проведения испытаний были изготовлены по 6 штук стеновых камней типа СКЦ из шлакобетона с добавкой и без добавки (хвостов) отходов с размерами 188х190х390 мм и пустотностью 27%, а также 6 штук полнотелых кирпичей из шлакобетона без добавки отходов размером 88х120х250 мм. Состав шлакобетонной смеси, кг/м^3: цемент марки 400 - 280; котельный шлак – 1040; вода – 300 л. Состав смеси с добавкой хвостов, кг/м^3: цемент марки 400-240; котельный шлак – 650; отходы Абагурской АФ – 220; вода – 290 л. Химический состав шлака, %: $Si0_2$ – 48,21; $A1_2O_3$ – 16,1; Fe_2O_3 – 10,7; CaO – 3,45; MgO – 2,14; SO_3 – 0,63; K_2O+Na_2O – 2,04; п.п.п. – 16,7. Химический состав отходов, %: SiO_2 – 36,72; Al_2O_3 – 10,76; Fe_2O_3 – 14,3; FeO – 7,2; CaO – 12,1; MgO – 5,57; SO_3 – 1,69; TiO_2 – 0,7; K_2O + Na_2O – 2,24; п.п.п. – 7,62 .

Испытания стеновых камней и кирпича проведены на определение средней плотности, прочности на сжатие, водопоглощения, коэффициента размягчения и морозостойкости в соответствии с ГОСТ 8462-85 "Материалы стеновые. Методы определения пределов прочности" и ГОСТ 7025-78 "Материалы стеновые и облицовочные. Методы определения водопоглощения и морозостойкости". Результаты испытаний приведены в таблице 6. Как видно из таблицы, результаты определения прочности стеновых камней и кирпича на сжатие соответствует их маркам М100 при средней плотности соответственно 1010-1070 кг/м^3 марка 1100) и 1220-1280 кг/м^3 (маркам 1300). Испытание изделий на морозостойкость проведено при 25 циклах попеременного замораживания и оттаивания. Установлено снижение прочности по сравнению с контрольными образцами в пределах 4-9% без снижения массы изделий (разрушения бетона).

Таблица 6 – Результаты испытания изделий, изготовленных в производственных условиях

Наименование изделия	Номера изделий	Испытание на плотность, прочность и коэффициент размягчения					Испытание на водопоглощение и морозостойкость		
		Масса изделий, кг	Средняя плотность, кг/м^3	$R_{сж}$, МПа	Марка на прочность	Коэф. размягчения	Водопоглощение мас.%	$R_{сж}$, МПа, контрольных образцов	Изменение $R_{сж}$, % / Потеря массы, %
Шлакобетонные камни (без добавки отходов)	1	14,70	1010	10,50	М100	0,94	13,90	9,90	-9,0 / нет
	2	14,73	1055	12,30	М100	0,91	15,10	11,20	-4,10 / нет
	3	15,05	1075	11,80	М100	0,90	14,50	10,60	-6,50 / нет
Шлакобетонные камни (с добавкой отходов)	4	14,30	1020	11,40	М100	0,87	19,20	9,90	-4,0 / нет
	5	14,65	1045	9,60	М100	0,86	18,40	8,30	-6,30 /нет
	6	14,90	1065	10,80	М100	0,91	18,00	9,80	-5,20 /нет
Шлакобетонные кирпичи (без добавки отходов)	7	3,26	1220	10,20	М100	0,92	14,80	9,40	-8,0 /нет
	8	3,35	1260	11,20	М100	0,88	13,70	8,80	-7,40 /нет
	9	3,42	1280	12,30	М100	0,87	14,10	10,70	-6,30 / нет

Примечание: коэффициент размягчения означает отношением прочности водонасыщенных изделий к прочности изделий в воздушно-сухом состоянии.

УДК 691:658.567.1

ТЕХНОГЕННЫЕ ОТХОДЫ ДЛЯ ДОРОЖНОГО БЕТОНА

Луханин М.В., Стеблюк А.Н.

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

Сибирский государственный индустриальный университет
г. Новокузнецк

Проблема взаимодействия общества и природы становится одной из важнейших проблем, имеющих серьезное экологическое противоречие. Человечество потребляет огромное количество природных ресурсов и на порядок больше оставляет техногенных отходов. Поэтому проблема их утилизации стала наиболее актуальной.

Встал вопрос утилизации отходов производства асбесто-технических изделий, которые представляют собой микроволокна. Одним из направлений утилизации промышленных отходов является применение их в качестве сырьевых компонентов в производстве строительных материалов, так как это экономически эффективно и экологически необходимо. Поэтому предложено использовать данные отходы в качестве дисперсноармирующих волокон в бетон с целью повышения его прочности, трещиностойкости, износостойкости, долговечности. Волокна асбеста по прочности на растяжение превосходят стальную проволоку; при этом асбест, благодаря высокой адсорбционной способности, хорошо сцепляется с твердеющим цементом.

Асбест - собирательное название группы тонковолокнистых минералов класса гидросиликатов, образовавшихся из ультраосновных изверженных пород под действием гидротермальных вод. Геологи выделяют два главных минеральных типа асбеста - хризотиловый и амфиболовый, различающиеся составом, структурой и некоторыми свойствами. По химическому составу асбестовые минералы являются водными силикатами магния, железа, кальция и натрия. Содержание воды в асбесте группы серпентина составляет 13-14.5 %, а в группе амфиболов (в зависимости от вида) 1.5 - 3%. Волокнистое строение наиболее ярко выражено у асбеста серпентиновой группы, куда относится только один вид асбеста - хризотил-асбест, поэтому он больше всего применяется в промышленности. Хризотил-асбест – это тонковолокнистый белый или зеленовато-желтый минерал ($3MgO{\cdot}2SiO2{\cdot}2H2O$) с шелковистым блеском, образующий прожилки, которые имеют поперечно-волокнистое строение с длиной волокон от долей миллиметра до 5–6 см (изредка до 16 см) толщиной менее 0,0001 мм. Основным свойством этого минерала является способность сминаться и распушаться в тонковолокнистую массу, подобную льняной или хлопковой. Хризотил-асбест - листовой силикат, состоящий из лежащих в одной плоскости соединенных кремнеземных тетраэдров, покрытых слоем брусита.

Кремнеземно-бруситовые пластины слегка изогнуты из-за структурного несовпадения, выражающегося в скручивании пластин и образования длинной полой трубочки. Из таких трубочек и образуются составные пучки волокон хризотила. Химический состав хризотила однороден в отличие от разновидностей амфибол-асбеста. Присутствие некоторого количество оксидов является результатом загрязнения при образовании минерала в скалистой породе. Некоторые из этих элементов могут входит в структуру, а так же могут присутствовать в качестве главных элементов небольших концентраций отдельных разновидностей минерала, входящих в пучок волокон. Длинные эластичные и изогнутые волокна хризотила обычно сплетены в пучки с пушистыми концами. Такие пучки соединены водородными связями и\или каким-нибудь твердым веществом не входящим в состав волокна. Длина хризотиловых волокон, встречающихся в природе, колеблется от 1 до 20 мм, с отдельными экземплярами до 100 мм. Хризотил чрезвычайно чувствителен к кислоте, хотя меньше подвержен воздействию гидроокиси натрия (едкого натра), чем любые амфибольные волокна.

Хризотил-асбест обладает высокой прочностью на разрыв по оси волокнистости. Наибольшую прочность имеют волокна асбеста, осторожно отделённые от кускового асбеста. В зависимости от эластичности волокна различают три разновидности хризотил-асбеста: нормальную, полуломкую и ломкую. Такое деление условно, так как в действительности не наблюдается резких переходов от одной разновидности к другой. Важная характеристика асбеста - модуль упругости. Средние значения модуля упругости хризотил-асбеста колеблются от 16104 до 21104 МПа. Совокупность уникальных свойств хризотил-асбеста таких как: способность расщепляться на тончайшие эластичные волокна, которые имеют высокую механическую прочность, несгораемость и теплостойкость, высокий коэффициент трения, низкую проводимость тепла, электрического тока и звука, атмосферостойкость, щелочеустойчивость и стойкость по отношению к морской воде, высокую адсорбирующую активность и способность к образованию устойчивых композиций с различными вяжущими материалами. Это позволяет использовать хризотил-асбест для изделий, которые можно применять практически во всех областях промышленности. В основном же его используют для производства асбестоцементных материалов для строительства, производства асботехнических изделий для автомобильной, авиационной, тракторной, химической, электрохимической отраслей промышленности, а также для судостроения, машиностроения, в оборонной промышленности и ракетостроении. Количество видов изделий, вырабатываемых из асбеста в чистом виде или в композиции с другими материалами, составляет более трех тысяч наименований. Уникальность асбеста заключается не только в многообразии его применения, но и в полном отсутствии природных аналогов и искусственных заменителей, обладающих такими же качествами. Промышленное использование хризотил-асбеста экономически выгодно ввиду его доступности, дешевизны и долговечности.

Горную породу, содержащую асбест, добывают открытым способом и подвергают обогащению на асбестовых фабриках для выделения хризотил-асбеста. Товарный хризотил-асбест состоит из смеси волокон различной длины и их агрегатов.

В Европе проводится антиасбестовая компания, но на сегодня доказано, что при низких концентрациях асбестовых волокон их действие принципиально не отличается от действия других видов минеральной пыли (цемента, кварца и т.п.) Необходимо отметить, что в воздухе над поверхностью земли содержится некоторое количество асбестовых волокон. Причина этого в том, что асбестосодержащая порода-серпентинит-широко распространена в природе. Хотя содержание асбеста в серпентините не велико, в результате его выветривания в атмосферу поступают асбестовые микроволокна. Этот естественный фон асбеста можно сравнить с естественным радиационным фоном. К таким фоновым дозам человек адаптировался. Мониторинг людей, никогда не имевших контакта с асбестом, показал, что в их легочной ткани всегда обнаруживаются в заметном количестве волокна асбеста. Это указывает на то, что существует пороговая доза содержания асбеста в воздухе, ниже которой он абсолютно безвреден. Применение асбестовых волокон в качестве добавки именно в дорожный и аэродромный бетон полностью исключает какие-либо негативные воздействия на организм человека.

Термин «асбест» объединяет большую группу природных волокнистых материалов, отличающихся друг от друга составом, кристаллическим строением, физико-химическими свойствами, а так же особенностями биологического воздействия на организм человека. В США, Западной Европе ранее в больших количествах использовали кислотоустойчивый асбест группы амфиболов. По данным современных исследований, этот асбест обладает более высокой биологической агрессивностью по сравнению с хризотил-асбестом. Волокна амфиболовых асбестов при проникновении в легкие могут находиться в них на протяжении всей жизни человека, в то время как волокна хризотилового асбеста способны растворяться в кислотной легочной среде. Это указывает на необоснованность одинакового подхода к оценке влияния различных типов асбестов на здоровье человека. В настоящее время в соответствии с рекомендациями МОТ применение амфиболового асбеста запрещено во всех странах, в том числе и в России. Но общественность сегодня не имеет достаточной информации о разной биологической активности разных видов асбеста[1].

Правительство РФ постановило к 2014 году провести полную реконструкцию дорожных покрытий в стране. Бетон для дорожного строительства должен обладать высокими показателями по прочности на сжатие и растяжение при изгибе, трещиностойкости, стоек против истирания. Для обеспечения требуемых характеристик целесообразно использовать фиб-

[1] К.Н. Попов, к.т.н., профессор МГСУ М.Б. Каддо, к.г.н., доцент МГСУ «Есть ли проблема асбеста?»// Наука и жизнь. – 2009. - № 7

робетон. В качестве фибр обычно используют стальную проволоку, стеклянные, базальтовые, полипропиленовые волокна, но практика показала, что их применение либо дорого (стальные фибры), либо не эффективно (стеклянные, базальтовые фибры).

Проведены исследования бетона, модифицированного асбестовыми микроволокнами. В качестве сырьевых материалов использовались: ПЦ 400-Д0 производства ООО «Стройгазцемент», Алтайский край с. Галуха, активностью 41,17 МПа; песок из отсевов от дробления, поставщик ООО «Бийский речной порт», Алтайский край, г. Бийск. Песок соответствует группе крупных песков 2 класса; щебень из гравия и валунов производства ОАО «Бийский ГПК» фракции 5…20 мм, насыпной плотности 1,44 $м^3$/т; отходы от производства Барнаульского завода асбесто-технических изделий, в виде гибких микроволокон различной длины (1…5 мкм), влажностью 2%. Химический состав и свойства асбестовых волокон приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Химический состав асбестовых волокон

SiO_2	Al_2O_3	Cr_2O_3	FeO	Fe_2O_3	MgO	MnO	CaO	NiO	Na_2O	K_2O	H_2O +	H_2O –
42.80	0.45	0.01	0.09	0.30	41.00	0.27	0.40	0.24	0.08	0.05	13.3	1.1

Таблица 2 – Свойства асбестовых волокон

Наименование	Марка	Насыпная плотность кг/$м^3$	Прочность на растяжение, МПа	Модуль упругости, МПа	Удлинение при разрыве, %
Асбестовое волокно (ГОСТ 12871-93)	А-6К-30	450	2 800	70 000	0,7

За основу для исследований был взят состав бетона марки 300. Формовались образцы двух видов: первый – без содержания асбестовых волокон, во второй вводили асбестовое волокно в количестве 2 % от массы цемента (таблица 3). Образцы формовались в формах размером 150х150х600, уплотнение бетонной смеси производилось на лабораторной виброплощадке, термообработка образцов – в лабораторной камере по режиму: (3,5+5,5+2) при температуре изотермической выдержки 80-85^0 С. Образцы после пропарки выдерживались в камере нормального твердения 28 дней.

Таблица 3 – Состав бетона

Марка бетона	Расход материалов на 1 $м^3$ бетона, кг				
	Цемент ПЦ 400	Песок Мкр. 2	Щебень Фр. 5…20	Вода, л	Асбестовое волокно, кг
М 300	410	680	1160	170	8,2

Затем образцы испытывались средние. Результаты испытания образцов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты испытаний

№ состава	ПЦ 400, кг	Песок фр. 0…5, кг	Щебень фр. 5…20, кг	Асбестовое волокно, кг	Прочность на сжатие, МПа	Прочность на растяжение при изгибе, МПа
1	410	680	1160	-	35	4
2	410	680	1160	8,2	38	4,8

Испытания показали, что состав с содержанием асбестовых волокон, добавляемых в бетонную матрицу для осуществления объемного армирования, имеет увеличение прочности как на растяжение при изгибе (увеличение до 20%) , так и на сжатие (увеличение до 10%). Применение асбестовых волокон позволило уменьшить количество микро- и макротрещин в бетоне на 80-90% по сравнению с бетоном без содержания волокнистой добавки. Определяя трещины на начальной стадии их появления, асбестовое волокно препятствует их распространению. Асбестовые микроволокна хорошо диспергируются в бетонной смеси, не происходит их комкование при перемешивании. Несмотря на то, что при введении волокна в бетонную смесь осадка конуса несколько уменьшается, удобоукладываемость смеси возрастает, так как увеличивается эластичность, пластичность и гомогенность смеси. Следовательно, после введения волокна не требуется добавления воды затворения для увеличения осадки конуса.

Наиболее целесообразно использовать такой бетон в дорожном строительстве и строительстве взлетно-посадочных полос, так как он должен обладать ровной поверхностью, меньшим количеством стыков и швов, устойчивостью к образованию ям и рытвин, а так же микротрещин, воспринимать многократно-повторяющиеся нагрузки, что повышает безопасность взлетов и посадок, снижает износ деталей шасси самолетов.

Следовательно, можно сделать вывод, что введение в бетонную смесь асбестовых волокон позволяет решить две проблемы, во-первых, решить вопрос утилизации этих отходов, во-вторых, улучшить прочностные показатели бетона.

УДК 667.03

ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ В КУЗБАССЕ

Курочкин А.С., Курочкин С.А., Осадчий В.Л.

ООО «Центр регенерации масел»
ООО «Микронинтер Сибирь»
ООО «Центр молекулярных технологий»

Отходы производства и потребления относятся к одному из основных факторов антропогенного воздействия на окружающую природную

среду, обуславливающих ухудшение условий жизни человека. Опыт свидетельствует, что полностью используется только часть добытого и переработанного сырья, тогда как большая часть превращается в отходы различной степени опасности. По мере использования материальных ресурсов они также переходят в категорию отходов. В итоге основная масса изъятых природных материалов трансформируется в отходы, которые зачастую представляют гораздо более высокую экологическую опасность, чем исходное сырье, и являются прямыми или косвенными источниками загрязнения всех компонентов окружающей среды.

Для сохранения качества окружающей природной среды наиболее оптимальным является путь совершенствования технологий производства, в которых изменяется структура отходов и они становятся менее опасными, пригодными для дальнейшей переработки в продукцию хозяйственного назначения.

Хозяйственный комплекс Кемеровской области представлен в основном сырьевыми отраслями промышленности. За период их функционирования образовано огромное количество отходов, измеряемое миллионами тонн. Основное количество отходов образовано предприятиями горной, металлургической, химической, энергетической, машиностроительной промышленности и большим количеством автотранспортных предприятий, а также частного автотранспорта.

Отходы топливно-энергетического комплекса (ТЭК) в настоящее время создают наиболее серьезную проблему в Кемеровской области. Ежегодно образуется золошлаковые отходы. Из накопленных высокоопасных отходов до 60 процентов составляют нефтеотходы: отработанные масла, нефтешламы, кислые гудроны, смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) и др. (3-й класс опасности).

В энергетической промышленности используется большое количество трансформаторных и турбинных масел. Сфера их использования – турбины, компрессоры трансформаторы, конденсаторы, гидравлические системы энергораспределения и др. Отработанные масла, содержащие в своем составе огромное количество токсичных веществ, непрерывно накапливаются в процессе работы электростанций, а также в системах передачи и трансформации электроэнергии. В то же время, еще в начале 70-х годов было установлено, что отработанные трансформаторные и турбинные масла относятся к опаснейшим загрязнителям окружающей среды. Это обусловлено их высокой стойкостью, способностью к биоаккумуляции и негативным влиянием на здоровье человека и биосистему в целом.

В металлургической и химической и горнодобывающей промышленности также используется большое количество трансформаторных турбинных масел, помимо этого в металлургической промышленности активно используются индустриальные масла, в автотранспортных предприятиях и частном автотранспорте широкое распространение получили автомобильные масла, которые в своем составе огромное количество токсичных веществ, так как в процессе эксплуатации качество масла изменяется за

счет термического разложения и окисления. В результате этих процессов в маслах накапливаются продукты деструкции, частицы сажи, различные частицы металлов и окислов и др.

Объем отработанных масел в Кемеровской области ежегодно в среднем увеличивается на 9 – 10 тысяч тонн.

В настоящее время в Кемеровской области используются варварские методы уничтожения отработанных масел, такие как:

- слив в водоемы;
- закапывание в почву;
- сжигание в печах;
- использование во взрывных работах на разрезах.

Отработанное масла и другие продукты, содержащие полихлорбифенилы ПХБ и родственные соединения, не могут быть использованы в качестве топлива, или компонентов взрывчатки если не гарантирована невозможность образования в ходе сжигания такого топлива полихлорированных дибензодиоксинов (ПХДД) и дибензофуранов (ПХДФ). Последние относятся к наиболее токсичным продуктам, загрязняющим окружающую среду, в результате техногенной деятельности. Накапливаясь в почве и атмосфере, водоемах, отработанные масла, а также продукты их сжигания приводят к нарушению воспроизводства птиц, рыб и млекопитающих, они обладают выраженным вредным воздействием и на человека. К примеру, 1 л отработанного масла делает непригодным для питья 60 тонн воды. В связи с этим, во многих странах отработанные масла сжигаются только после удаления из них экологически вредных веществ.

Предложения

На сегодняшний день существует несколько видов технологий обезвреживания нефтеотходов: механическое, микробиологическое, термическое, регенерация и повторное использование.

В ближайшей перспективе основным способом утилизации нефтеотходов должно стать применение безопасных технологий регенерации и повторного использования.

Меры, связанные с переработкой отработанных масел, имеют три основных аспекта – экологический, экономический и социальный. Переработка отходов должна приводить к их уменьшению и не наносить экологического ущерба. С учетом важности и необходимости затрат на восстановление окружающей среды предпочтение отдается технологиям, обеспечивающим покрытие затрат на переработку отходов и приносящим прибыль за счет использования выходных продуктов, тепла, строительных материалов и т.д. Необходимо создание системы сбора и регенерации отработанных масел, т.е. создание новых рабочих мест.

ООО «Центр регенерации масел», предлагает комплексный подход к решению экологической проблемы, связанной с накоплением отработанных масел в Кемеровской области, включающий в себя: создание центра-

лизованной системы сбора отработанных масел, организация производств по их регенерации с получением базового масла.

В рамках реализации проекта предлагается:

1. Создание специализированных пунктов сбора отработанных масел;

2. Создание завода по переработке отработанных масел, с целью их повторного использования.

Государственное управление природопользованием и охраной окружающей среды невозможно без информационного обеспечения управления и экологического мониторинга. Решить эту проблему можно современными методами работы с пространственно распределенными наборами данных, а также созданием эффективной системы регионального мониторинга.

Основой принятия правильных управленческих решений в сфере природоохранной деятельности является наличие объективной комплексной информации о состоянии природных ресурсов, окружающей среды и ее изменениях с учетом антропогенных воздействий.

В связи со значительным увеличением количества автотранспортных средств на территории области проблема утилизации нефтеотходов значительно обострилась.

Продолжает оставаться серьезной проблема сбора отработанных масел в различных отраслях промышленности, образующихся в результате эксплуатации. Необходимы разработка нормативных правовых документов, регламентирующих порядок обращения с отработанными маслами, и создание системы централизованного их сбора.

На начальном этапе предлагается создание пункта сбора отработанных масел и завода по их переработке в г. Ленинск-Кузнецкий, Кемеровской области. Предполагаемая мощность завода составляет 8-10 тыс.т. в год.

Предлагаемая технология переработки позволяет получить из отработанного масла, следующие продукты: базовое масло, печное топливо, компоненты асфальта, консистентные смазки.

Таким образом, реализация данного проекта не только коренным образом улучшит экологическую ситуацию в Кемеровской области, но и позволит экономить ресурсы, снизит зависимость области от поставок нефтепродуктов, создаст новые рабочие места.

УДК 504.03

ОТХОДЫ – В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ

Кулагина Т.А.,Писарева Е.Н.

Сибирский федеральный университет. г.Красноярск

Любые отходы можно рассматривать как вторичные материальные ресурсы (ВМР), поскольку они могут быть использованы в хозяйственных целях, частично или полностью замещая традиционные виды материально-сырьевых и топливно-энергетических ресурсов, причем главная особенность таких ресурсов является их постоянная воспроизводимость в процессе материального производства, оказания услуг и конечного потребления.

Масштабы и степень переработки различных видов ВМР, в Российской федерации, значительно варьируется в зависимости от:

- ресурсной ценности отходов;
- экологической ситуации, обусловленной их свойствами как загрязнителей среды;
- конкретных экономических условий, определяющих рентабельность использования отходов в том или ином виде производства.

Традиционные виды вторичного сырья – лом и отходы металлов, полимеры, текстиль макулатура легко поддаются сбору и переработки, при этом сложные многокомпонентные отходы, а также загрязненные отходы практически не перерабатываются (смешанные и загрязненные нефтепродукты, изношенные шины, золошлаки, отходы упаковки из ламинированной бумаги, осадки и шламы очистных сооружений и т.п.) [1]. Промышленные и другие отходы занимают значительные территории, изъятые из земельного фонда. По этой причине их переработка и уничтожение в настоящее время являются важной экологической задачей всех промышленно развитых стран.

Проблема утилизации твердых отходов промышленного и бытового происхождения приобретает в настоящее время все более острый характер в связи с тем, что объемы генерирования отходов постоянно растут, в то время как темпы их переработки несопоставимо малы. В результате к настоящему времени накоплены сотни миллионов тонн различных твердых отходов, которые необходимо переработать и обезвредить.

Одним из перспективных способов утилизации горючих и органосодержащих промышленных отходов является их сжигание в целях получения электрической и тепловой энергии. Сжигание отходов наиболее эффективно при незначительных процентных долях традиционных топлив. Совместное сжигание отходов с углем или газом при большой доле отхо-

дов целесообразно применять в малых энергетических установках периодического действия, ориентированных на определенный вид отходов и устанавливаемых непосредственно на предприятиях, производящих эти отходы. В этом случае отпадает необходимость в сортировке отходов. Функционирование установки по утилизации биомассы в часы работы предприятия позволит снизить потребность в энергии от внешнего поставщика и уменьшить суточные колебания нагрузки в электросети. Снижается потребность в разработке и строительстве специальных мусоросжигательных заводов для утилизации отходов.

Масштабы ежегодного продуцирования и накопления твердых отходов требуют быстрейшего создания мощных перерабатывающих установок производительностью, измеряемой миллионами тонн в год с их промышленным освоением. Это представляется осуществимым на базе уже имеющихся проектов, методов переработки углеродистых материалов и наработок для коксохимической отрасли с их реализацией на существующих предприятиях коксохимической промышленности, на углеобогатительных фабриках.

Твердые углеродистые отходы (ТУО), основную массу которых составляют отходы углеобогащения, различные шламы и бытовые отходы являются специфическим видом отходов, имеют высокий энергохимический потенциал и не столь токсичны, как многие виды промышленных твердых отходов. В целом можно сделать их переработку экономически выгодной [2]. Специфика ТУО заключается в том, что в малых количествах они не оказывают заметного влияния на окружающую среду, а в больших скоплениях становятся экологическим бедствием. Поэтому в настоящее время во всем мире, активно ведутся исследования и разработки техники и технологий для переработки и обезвреживания ТУО [3].

«Топить можно и ассигнациями», писал в своё время Д.И.Менделеев, имея в виду нерациональное использование нефти в качестве горючего. В настоящее время производство энергии основано, в основном, на использовании невозобновляемых источников энергии - преимущественно углеводородов, таких как газ, нефтепродукты, уголь. На невозобновляемые источники энергии суммарно приходится примерно 95% мирового топливно-энергетического баланса, на возобновляемые – около 5%.

Проблема альтернативных энерготехнологий является очень актуальной. Поиск альтернативных источников энергии стал одной из главных проблем экономически развитых государств. Используя отходы можно значительно экономить энергетические и сырьевые ресурсы, снижать загрязнение окружающей среды, а также создать большое количество дополнительных рабочих мест. В последней четверти 20 века в мире произошла активизация строительства установок по получению энергии из бытовых и промышленных отходов. Отходы деревопереработки, химических производств, переработки сельскохозяйственной продукции, торфо-

разработок, пищевой промышленностей могут быть превращены в высококачественное топливное сырье.

В последние несколько лет в России активно внедряются современные технологии переработки растительных отходов. Разработаны: установка брикетирования, предназначенная для получения кормовых и топливных брикетов с применением связующего; установка брикетирования торфа, использующая для переработки в топливные брикеты торфа с различными горючими добавками или без них; установка брикетирования растительных отходов позволяющая получать высококачественные топливные брикеты из широкого многообразия отходов растительного происхождения: опилок, стружки (например, на предприятиях лесоперерабатывающей промышленности), лузги подсолнечника, шелухи, костры льна, соломы (на предприятиях агропромышленного комплекса).

Торфяной брикет – горючее полезное ископаемое; образовано скоплением остатков растений, подвергшихся неполному разложению в условиях болот и спресованное под высоким давлением на бкрикетировочном прессе. Теплота сгорания торфобрикета (максимальная) 24 МДж/кг.

Таблица 1 – Характеристики различных видов топлив

Вид топлива	Теплота сгорания, МДж/кг	Содержание серы в топливе, %	Доля золы в уносе, %	Кол-во углекислого газа выделяющегося при горении топлива на ед. теплоты, кг/ГДж
Каменный уголь	15–25	1–3	10–35	60
Двигат. топливо	42,5	0,2	1	78
Мазут	42	1,2	1,5	78
Щепа древесная	10	0	2	0
Гранулы древесные (пеллеты, брикеты)	17,5	0,1	1	0
Гранулы торфяные (пеллеты, брикеты)	10	0	20	70
Гранулы из соломы (пеллеты, брикеты)	14,5	0,2	4	0
Природный газ	35–38 МДж/м^3	0	0	57

При сжигании 1000 кг топливных торфобрикетов выделяется столько же тепловой энергии, как при сжигании:

- 1600 кг древесины;
- 478 м^3 газа;
- 500 л дизельного топлива;
- 1000 кг угля;
- 685 л мазута.

Замена традиционно сжигаемых видов топлив (каменный уголь, мазут) на торфяные виды топлива позволят резко снизить объемы и перечень выброса вредных веществ в атмосферу. Зола, получаемая при сгорании торфа, по своему составу и свойствам (pH>6) может использоваться как удобрение. Торф – уникальный природный ресурс, способный обеспечить

устойчивые региональные развития на территории страны при ресурсосберегающем, экологически сбалансированном и многопрофильном его использовании. С помощью этого природного ресурса возможна реализация Концепции неисчерпаемого природопользования, в связи с чем, разработан бизнес-план строительства автономной мини-ТЭЦ на торфяных брикетах для электроснабжения жилых поселков [4].

Таблица 2 – Основные технико-экономические показатели строительства мини-ТЭЦ

Показатель	Единицы измерения	Значение
Мощность мини-ТЭЦ установленная электрическая (при t=15^{0}С)	МВт	0,5
Максимальная тепловая нагрузка	Гкал/ч	1,5
Число часов использования установленной мощности	ч	8310
Расход электроэнергии на собственные нужды	%	6,3
Годовой отпуск продукции: электроэнергии теплоэнергии на отопление и ГВС	 Млн.кВт·ч Тыс.Гкал	 3,409 10,586
Вид топлива		Торфобрикеты
Удельный расход топлива на электроэнергию на теплоэнергию	 Г/кВт·ч Кг/Гкал	 251 325
Годовой расход топлива	Т	4358
Численность персонала: основного производственного персонала среднегодового привлекаемого	Чел	 10 3
Общая стоимость строительства в том числе: оборудование строительные работы монтажные и пуско-наладочные прочие затраты проектные работы	Млн.руб.	42,715 31,064 3,863 5,15 1,288 1,35
Удельные капитальные вложения	Руб./кВт	19069
Себестоимость производства: электроэнергии теплоэнергии	 Руб./кВт·ч Руб./Гкал	 0,67 770,83
Годовой отпуск от мини-ТЭЦ: электроэнергии теплоэнергии (за отопительный сезон)	 Млн.руб.	 7,26 27,524
Годовые издержки производства: электроэнергии теплоэнергии	 Млн.руб.	 2,438 8,160
Окупаемость строительства мини-ТЭЦ без внешних заимствований	Год	1,8 года

Теплоснабжение зданий политехнического института Сибирского федерального университета и его абонентов осуществляется от 2-х источ-

ников теплоснабжения: собственной отопительной котельной, работающей на твердом топливе, ЦТП, от электрокотельной «Западная». Котельная относится к разряду промышленных отопительных котельных малой мощности закрытого типа с выработкой тепловой энергии в размере 12,5 Гкал/ч. Реконструкция котельной при переводе ее с твердого топлива – бурого Канско-Ачинского угля Ирша-бородинского месторождения – на торфобрикеты, позволит снизить перечень и объемы выбрасываемых в атмосферу загрязняющих веществ, и найти применение отходам золы в качестве удобрения.

Биомасса – термин, объединяющий все органические вещества растительного и животного происхождения. Их энергетическая ценность представляет собой не что иное, как солнечную энергию, аккумулированную в химических связях органических молекул посредством фотосинтеза. Органических веществ, которые традиционно используются или в принципе могут использоваться человеком в целях получения необходимой энергии, великое множество. К ним относятся древесина, отходы ее переработки, продукция сельского хозяйства, начинающаяся соломой и заканчивающаяся такими экзотическими отходами, как рисовая шелуха, скорлупа орехов, оболочки кофейных зерен.

Биомасса обладает рядом существенных преимуществ как возобновляемый источник энергии. К ним можно отнести:

- распространенность и доступность;
- снижение антропогенной нагрузки на климатическую систему (при использовании биомассы в атмосферу выделяется столько же диоксида углерода, сколько его поглощается при росте биомассы, поэтому биомасса оказывается экологически чистым топливом, не несущим никакой ответственности за парниковый эффект);
- всесезонность;
- уменьшение загрязнения атмосферы (в отличие от других органических топлив, биомасса не приводит к выбросу в атмосферу таких «неприятных» веществ, как тяжелые металлы, оксид углерода, оксиды серы);
- уменьшение территорий свалок (одна из разновидностей биомассы – твердые коммунальные (бытовые) и промышленные отходы органического происхождения).

Биомасса как источник энергии играет существенную роль в мировом энергетическом балансе [5].

Таблица 3 – Роль биомассы в мировом энергетическом балансе

Регион	Общее первичное энергопотребление, млн. т у.т.	В том числе возобновляемые ресурсы, млн. т у.т.	Доля возобновляемых ресурсов в общем потреблении, %	Доля биомассы в общем потреблении, %
Африка	773	384	49,7	48,1
Латинская Америка	651	185	28,4	17,8
Азия	1698	561	33,0	30,6
Китай	1786	347	19,4	17,5
Бывшие республики СССР	1334	38	2,8	0,9
ЕС–15	2136	120	5,62	3,4
Мир в целом	14678	1972	13,4	10,8

Наибольший удельный вес биомасса имеет в энергетических балансах развивающихся стран Африки и Азии, где для приготовления пищи, обогрева и освещения традиционно используют дрова. Для развитых стран вклад биомассы значительно меньше. Но прослеживая за динамикой изменения роли биомассы в потреблении энергии в этих странах, можно сделать вывод о существенном росте доли этого источника энергии.

Таблица 4 – Рост вклада биомассы в потреблении энергии в развитых странах (в % к общему потреблению энергии)

Страна	1980	1997	Страна	1980	1997
Дания	0,4	5,9	Швеция	7,7	17,9
Япония	0,1	1,6	Швейцария	0,9	6,0
Германия	0,3	1,3	Великобритания	0,0	3,3
Нидерланды	0,0	1,1	США	1,3	3,8

Россия имеет огромный биоэнергетический потенциал. Прежде всего, это лес, занимающий 60% территории страны и производящий ежегодно почти четверть мирового прироста биомассы. Не обделена Россия и другими источниками биомассы [5].

Таблица 5 – Биоэнергетический потенциал России

Древесина	800 млн.т.	Отходы животного происхождения	10 млн.т.
Сельскохозяйственные отходы	250 млн.т.	Осадки сточных вод	10 млн.т.
Древесные отходы	70 млн.т.	Возобновляемые ресурсы торфа	60 млн.т.
ТБО	60 млн.т.	Энергетический потенциал	200 млн.т у.т.

В странах с достаточным количеством лесов и развитым сельским хозяйством активно внедряются технологии сжигания биомассы в виде об-

лагороженного твердого биотоплива, которое может быть разделено на три категории:

- пеллеты (также называемые – гранулы) – спрессованные цилиндры с максимальным диаметром до 25 мм. Потребители гранул и изготовители котлов предъявляют высокие требования к качеству гранул [6];
- мелкий порошок, который должен быть очень однородным по своим техническим показателям, и может сжигаться таким же способом как газ или нефть;
- брикеты, это спрессованные изделия цилиндрической, шестигранной, прямоугольной или любой другой формы. Их длина, обычно от 100 до 300 мм, диаметр больше 25 мм и обычно составляет 50–75 мм. Чаще всего на рынке представлены: древесные брикеты из отходов древесины; брикеты из торфа; из отходов производств агропромышленного комплекса, так называемые агробрикеты; и брикеты из угольной пыли. Топливные брикеты предназначены для сжигания в печах, заводских котельных и ТЭЦ, на промпредприятиях, где имеются установки, работающие на твердом топливе, каминах, теплицах, ж/д транспорте.

На сегодняшний день потребление брикетов и гранул как вида топлива ежегодно увеличивается. За рубежом наибольшее распространение топливные брикеты получили в США, Дании, Швеции, Австрии, Германии, Норвегии и Финляндии. Наиболее серьезными странами-производителями (а также и потребителями) пеллет и брикетов являются:

Европа – 3,0 млн. тонн в год;
США около 2,0 млн. тонн в год;
Германия около 100 тыс. тонн в год;
Швеция около 650 тыс. тонн в год;
Австрия около 110 тыс. тонн в год;
Канада около 110 тыс. тонн в год;
Финляндия около 100 тыс. тонн в год;
Англия около 10 тыс. тонн в год;
Дания около 500 тыс. тонн в год;
Япония около 3 тыс. тонн в год.

По некоторым оценкам Швеция может стать первой европейской страной, которой удастся через 15 лет полностью перейти на альтернативные виды энергии [7].

Биомасса может классифицироваться по различным признакам, например [8]:

- по источнику происхождения (растительная, животная);
- по стадии использования (первичная, вторичная).

С учетом технологий преобразования ее энергии в химическую, тепловую и т.д., биомасса может быть дифференцирована на три большие группы:

- сухая (древесина и ее отходы);
- жидкая (сточные воды);

- сахарная (целлюлоза, соки и пр.).

В свою очередь, многочисленные технологии преобразования энергии биомассы относятся к одной из трех категорий:

- прямое сжигание;
- биотехнологии переработки (с помощью бактерий, дрожжей и пр.);
- физико-химические технологии переработки в более энергонасыщенные вещества.

В целях охраны окружающей среды и экономичности, нецелесообразно интенсивно использовать как топливо, промышленно заготавливаемую разновидность биомассы – стволовую древесину, невзирая на ее максимальную среди ВИЭ (возобновляемых источников энергии) энергоплотность. В настоящее время прямому сжиганию подвергают главным образом сбросную биомассу, т.е. разнообразные отходы.

Отличительной особенностью вторичных ВИЭ (ВВИЭ) является их производимость, вторичность. Они образуются в процессах многосторонней человеческой деятельности как отходы производства (промышленного и сельскохозяйственного) и потребления в коммунально-бытовой сфере. Поскольку производство и потребление есть сущность человека, ВВИЭ непрерывно воспроизводятся.

Промышленные энергоресурсы вторичного происхождения подразделяются на три группы:

1. избыточного давления, т.е. носители потенциальной энергии сбросных газов, воды и пара с повышенным, по сравнению с атмосферным, давлением;
2. горючие, могущие стать непосредственно топливом;
3. тепловые – газы, шлаки, зола, отработанные пар, вода и т.п., несущие физическую теплоту.

Процентное соотношение каждой из групп к общему показателю энергоресурсов следующее: на долю первой группы приходится 0,3–0,5%; горючие энергоносители составляют 22–25%; главной же, занимающей до 4/5 общего объема, составляющей вторичных энергоресурсов являются тепловые.

Воспроизводство горючих вторичных энергоносителей происходит в огромных масштабах. В лесопильной промышленности распиловка 100 млн.м^3 древесины ежегодно означает сброс 1/3 этого объема в отходы [8].

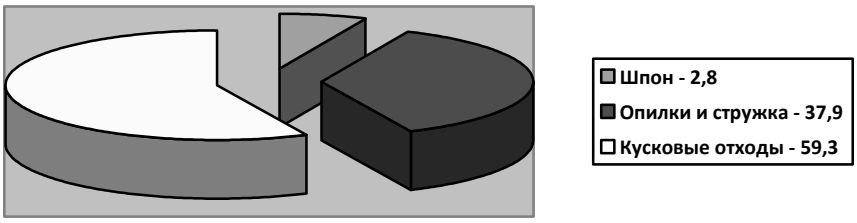


Рисунок 1 – Структура сбросной массы отходов лесопиления

В 60-х гг. XX века ежегодно производилось 82,6 млн. м^3 только опилок. Между тем по величине теплотворной способности 3 кг сухой или 4 кг сырой древесной массы эквивалентны 1 кг нефтяного топлива.

Угледобыча, шахтная или в открытых разрезах, сопровождается накоплением отходов углепородной массы в терриконах. Последние интенсивно загрязняют окружающую среду в силу пыления и выбросов газов при самовозгораниях. Одна тонна породы в терриконах содержит в среднем ~100 кг угля и сгорает с выделением 3–4 ГДж теплоты. Для сравнения, теплота сгорания тощего донецкого каменного угля – 35 ГДж/т.

Суть перечисленного выше – горючие энергоносители вторичного происхождения могут и должны широко использоваться. Направление этого использования, по крайней мере, два. *Прямое сжигание.* Привлекательно простотой технологического процесса. Притом, что 4–6 м^3 воздушно-сухой древесной массы замещают 1 м^3 сырой нефти. *Переработка в более энергетически насыщенные топлива.* Существенным недостатком прямого сжигания является ограничение использования этого ВВИЭ исключительно местными рамками. Перевозка древесных отходов «навалом» на расстояние >80 км нерентабельна. Брикетирование опилок, стружки, древесной пыли и т.п. существенно увеличивают, до 21,2–33,2 ГДж/т энергоплотность отходов лесопильной и деревообрабатывающей промышленности.

Поэтому вполне целесообразна переработка горючих вторичных отходов в более богатые топлива, аналогичные по физическому состоянию и области применения традиционным нефтяным.

Вполне очевидно, что «посадить на дрова» (в более широком смысле – твердое биотопливо) современную индустриально-урбанизированную цивилизацию в целом можно лишь при условиях, непосредственно угрожающих самому ее существованию. Но использование в качестве местного твердого топлива сбросной биомассы для экономии невозобновляемых запасов углеводородного сырья возможно и даже необходимо в любых условиях. В странах Западной Европы эксплуатация этого ВВИЭ стало ежегодным эквивалентом затрат 100–200 млн. т нефти. Подобный показатель небезынтересно сопоставим с годовой добычей нефти в данном регионе, равной в 1992г [8].

Одной из главных задач развитых стран является рациональное и экономное использование энергии. В связи с высокими ценами и ограниченными запасами нефти, газа и угля возникает проблема поиска дополнительных энергетических ресурсов. Одним из эффективных способов получения энергии в будущем может стать использование в качестве топлива твердых промышленных отходов.

Библиографический список

1. Девяткин, В.В. Управление отходами в России: пора использовать отечественный и зарубежный опыт / В.В. Девяткин // Отечественные записки – 2007. – № 2 (34). – С. 28.
2. Использование вторичного сырья и отходов производства (Отечественный и зарубежный опыт, эффективность и тенденции): Под ред. В.Н.Ксинтариса и Я.А.Ренитара. – М.: Экономика, 1983. – 168 с.
3. Тихоцкая, Н.С. Япония: проблемы утилизации отходов. – М.: Наука, 1992. – 102 с.
4. Каравайков, В.М. Эколого-экономическая эффективность использования торфа в Костромской области как энергетического ресурса / В.М. Каравайков, Н.Р. Подкопаева // Региональная экономика: теория и практика. – 2009. - №4. – С.2–7.
5. Клименко, А.В. Биомасса – важнейший источник энергии для России / А.В. Клименко, Б.Ф. Реутов // Экология и жизнь – 2006. - № 11. – С. 16.
6. Кулагина, Т.А. Рациональное использование отходов на примере деревообрабатывающего предприятия / Т.А. Кулагина, Е.Н. Писарева, Д.В. Слабодчикова, В.В. Ушакова // Вестн. МАНЭБ. Т.14. – 2009. - №6. – С. 105–112.
7. Колосов, Е. М. Альтернатива традиционным источникам энергии / Е. М. Колосов // Дерево.RU. – 2003. – № 5. – С. 31–34.
8. Денк, С.О. Возобновляемые источники энергии. На берегу энергетического океана / С.О. Денк. – Пермь.: Изд-во Перм. гос. техн. ун-та, 2008. – 288 с.

УДК 504.53.062.4

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

ЧЕРДАНЦЕВА Е.С.

Научный руководитель д.с.-х. н., профессор КузГПА Водолеев А.С.

Кузбасская государственная педагогическая академия
г. Новокузнецк

Индустриальное развитие человечества сопровождается ростом площадей техногенно нарушенных территорий и сокращением количества

естественных экосистем, снижением их восстановительной способности, устойчивости к воздействию антропогенных факторов. Особенно значительный ущерб природным ландшафтам нанесен в горнопромышленных регионах с преобладанием угольной и металлургической отраслей экономики. Нарушенные земли непригодны для дальнейшего хозяйственного использования, но при этом они оказывают негативное воздействие на состояние окружающей среды, препятствуют экономическому развитию и производят неблагоприятный эстетический эффект. Нередко негативному техногенному воздействию подвергаются земли, имеющие природоохранное, сельскохозяйственное или рекреационное значение.

Реформирование экономики России привело в ряде регионов к росту давления на окружающую среду. Кемеровская область производит 44,5% образующихся в Российской Федерации отходов, основную массу составляют отходы угольной и металлургической отраслей промышленности. Длительное экстенсивное экономическое развитие Кузбасского угольного бассейна привело к накоплению большого количества отходов производства и потребления, формированию отвалов, шламо-, хвостохранилищ, занимающих значительные, исключенные из хозяйственного оборота, площади, в значительной степени лишенные естественного растительного покрова. В области 62 361 га территории практически лишено почвенного слоя и работает более 400 предприятий нарушающих природные ландшафты. Накопление на городских очистных сооружениях иловых осаждений требует их переработки и последующей утилизации. В горнодобывающем Кузбасском регионе насчитывается большое количество закрывающихся предприятий угольной промышленности, металлургических предприятий испытывающих экономические трудности, отработанные территории и отвалы которых нуждаются в проведении относительно недорогих, но экологически эффективных мелиоративных мероприятий.

За последние десятилетия накоплен большой опыт в проведении работ по рекультивации территорий. Теоретические и практические основы восстановления нарушенных земель в Кузбассе заложены в работах С.С. Трофимова, Л.П. Баранника, В.М. Курачёва, Ф.К. Рагим-заде, В.А. Андроханова, А.С. Водолеева и других.

Вместе с тем, экономические трудности переходного периода стимулируют поиск экологически эффективных способов рекультивации при постепенном уменьшении материальных затрат. Перспективным направлением поиска является привлечение нетрадиционных мелиорантов, учет микробиологической составляющей формируемых экосистем и утилизация образующихся отходов городских очистных сооружений и других предприятий. Исследований в данной области пока еще недостаточно, особенно на региональном уровне.

Для успешного восстановления природных сообществ необходимо изучение микроклиматических условий территорий, подвергшихся техногенному воздействию. Устранение или ослабление неблагоприятного действия на окружающую среду требует совершенствования методик и техно-

логий проведения рекультивации нарушенных территорий, выработки экологически, экономически и социально эффективных способов оздоровления среды обитания человека, восстановления естественных экосистем. Переход к устойчивому интенсивному развитию, сохранение богатого природно-ресурсного наследия России и учет экологических требований при решении хозяйственных проблем делают необходимым поиск эффективных способов биологической рекультивации техногенно нарушенных земель.

В настоящее время загрязнение почв экосистем отходами приняло глобальный характер. Поступление их в почву в больших количествах в первую очередь влияет на биологические свойства почвы: снижается численность ассоциативных группировок микробобиоты, погибают беспозвоночные животные сапротрофного яруса, в котором происходит потребление и разложение органических остатков. В загрязненных почвах наряду с микроорганизмами гибнут такие ценные индикаторы содержания гумуса и регуляторы pH почвы, как дождевые черви.

Учитывая то, что почва является экологическим узлом связей биосферы, обеспечивает сопряжение биологического и геологического круговоротов, нарушение микробиологических и биохимических процессов в ней неизбежно отражается на функционировании экосистемы в целом. Это выражается в уменьшении продуктивности сообществ, снижении скорости микробной деградации органического вещества и, в отдельных случаях, значительные территории превращаются в техногенную пустыню.

Практические мероприятия в целях оздоровления окружающей среды должны решаться в следующих направлениях:

- получение экологически эффективных и экономически целесообразных способов рекультивации отвалов угольной, металлургической и энергетической промышленности в урбанизированном регионе Сибири;
- масштабное применение для решения проблем рекультивации ранее мало использовавшихся или недостаточно изученных мелиорантов;
- разработка технологических способов утилизации илов городских очис-тных сооружений, представляющих серьезную экологическую проблему для пригородной зоны;
- привлечение высокопродуктивных специализированных штаммов микро-организмов, способных деструктурировать токсические вещества отходов и формировать плодородный слой почвы;
- оценка риска для здоровья населения и экономической эффективности мероприятий по рекультивации.

Рассмотрим одну из поставленных нами задач – это использование почвенных микроорганизмов для утилизации промышленных и бытовых отходов.

Изучаемыми промышленными объектами явились отходы железорудного обогащения хвостохранилища Абагурской аглофабрики, угольные отходы Байдаевского разреза и золошлаковые отходы Томь-Усинской ГРЭС. Источником органической составляющей для проведения их биоло-

гической рекультивации использовались осадки сточных вод (ОСВ) городских очистных сооружений г. Новокузнецка. Растительным материалом служили клоны тополей, полученные черенкованием из Ботанического сада СО РАН (г. Новосибирск), бобово-злаковая смесь, состоящая из клевера гибридного и костреца безостого. Источником почвенных микроорганизмов явилось микробиологическое удобрение «БакСиб», содержащее спорообразующие бактерии рода *Bacillus* *(Bacillus subtilis, Bacillus megaterium, Bacillus cereus),* вносимое на вышеуказанные промышленные площадки.

В составе ОСВ обнаружены три типа присутствующих загрязнителей: 1. Тяжелые металлы; 2. Органические соединения; 3. Патогенная микрофлора (Экологически безопасное размещение.., 1999). Последний объединяет в себе большую группу болезнетворных бактерий, простейших и других потенциально опасных для жизнедеятельности организма животных и человека микроорганизмов. Большую опасность представляют также тяжелые металлы, что обусловлено относительной стабильностью их нахождения в природе, по сравнению с двумя другими типами загрязнителей. Среди прочих особо выделяют химические элементы с низким природным содержанием в почве, но широко вовлекаемые в круговорот антропогенной деятельностью (ртуть, селен, кадмий, мышьяк). Следует отметить, что действующая система нормирования по очень небольшому числу элементов не учитывает конкретные региональные почвенно-климатические особенности и процессы самоочищения почвы и существенно ограничивает уровень использования потенциальных почвоулучшителей.

Внесение ОСВ сопровождается увеличением содержания органического материала и фракций физической глины, что повышает сорбционную способность субстрата и, следовательно, приводит к повышению содержания в нём металлов. Последующее разложение органического вещества приводит к снижению сорбционной способности и повышению биологической доступности металлов (Hooda, Alloway, 1994). Чем выше сродство к органическим соединениям, тем в большей степени ионы металла нестабильны: степень их выделения находится в следующем порядке Cu>Pb>Cr>Zn. Внесение ОСВ также сопровождается изменением pH, что с одной стороны ведет к снижению подвижности металлов в результате комплексообразования, но и опасности образования растворимых металлоорганических комплексов.

Проведение полевых опытов по выращиванию черенков клонированных тополей показало высокую эффективность использования ОСВ совместно с бактериальным препаратом «БакСиб». Выживаемость высаженных черенков этих растений варьировала от 70-ти до 90%. Наибольшая она наблюдалась на опытных площадках хвостохранилища Абагурской аглофабрики, а наименьшая – на золоотвалах Томь-Усинской ГРЭС. Протеолитическая активность характеризует жизнедеятельность микроорганизмов, имеющих протеолитические ферменты и поэтому способных использовать

в качестве субстрата белки и пептиды, гидролизуя их до аминокислот. В эту группу входят клостридии *Cl. putrificum, Cl. histolyticum, Cl. sporogenes* и другие сапрофитные виды, а также ряд патогенных форм **(**Гусев, Минеева, 2006). Уровень протеолитической ферментативной активности органо-минерального субстрата (субстрат+ОСВ) имеет максимальное значение в полевых опытах с многолетними травами (70,5%) по сравнению с таковым черенков тополей (46,1%) – на золоотвалах Томь-Усинской ГРЭС.

Загрязнение почв отходами приводит к изменениям в видовом составе почвенных микробоценозов. Происходит значительное уменьшение видового *разнообразия (на 30%) комплекса почвенных миксомицетов семейств Liceaceae, Reticulariaceae, Cribrariaceae и увеличение абсолютного доминирования небольшого числа видов: Fusarium oxysporuni, Phoma niarchalii. Более того, в грибном сообществе загрязненной почвы появляются необычные для нормальных условий, очевидно, устойчивые к отходам миксомицеты классов Dictyosteliomycetes, Protosteliomycetes, Myxomycetes.* Часто доминирующими становятся виды миксомицетов, обладающие фитотоксическими свойствами, что негативным образом отражается на прорастании семян и развитии проростков растений, что значительно затрудняет проведение биологической рекультивации промышленных отходов. Такое же явление характерно для сообществ высших организмов в стрессовых условиях. Его результатом может быть снижение устойчивости экологических систем. Таким образом, возникает опасность уничтожения первичных и формирования нетипичных для естественных почвенно-экологических условий сообществ микроорганизмов под воздействием высоких уровней техногенного загрязнения.

Библиографический список

1. Гусев, М.В. Микробиология: учебник для биол. спец. вузов / М.В. Гусев, Л.А.Минеева. – М.: Академия, 2006. – 464 с.
2. Экологически безопасное размещение и эффективное использование осадков сточных вод на техногенных ландшафтах Кузбасса: отчет о НИР: К11-22 / Кузбасская государственная педагогическая академия; рук. Водолеев А.С.; исполн.: Степнов А.А. и др. – Новокузнецк, 1999. – 114 с.
3. Hooda P.S., Alloway B.J. Sorption of Cd and Pb by selected temperate and semi-arid soils: effects of sludge application and ageing of sludged soils // Water, Air., and Soill Pollut. – 1994. – **74,** N 3– 4. - P. 235 – 250.

УДК 631.861

АНАЭРОБНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПТИЦЕФАБРИК РАЗЛИЧНОЙ ВЛАЖНОСТИ

Брюханова Е.С., Ушаков А.Г., Ушаков Г.В.
Научный руководитель – к.т.н., доцент Ушаков Г.В.

Кузбасский государственный технический университет г. Кемерово

Наиболее перспективной технологией утилизации сельскохозяйственных органических отходов (навоз крупного рогатого скота и свиней, птичий помет) является их анаэробное сбраживание с получением биогаза и биоудобрений [1, 2].

Анаэробный процесс протекает при условии отсутствия доступа воздуха. В этом процессе из органических веществ, растворенных, суспензированных или эмульгированных в воде, с помощью метановых бактерий, находящихся в самом сырье, образуется газовая смесь из метана и углекислого газа. Процесс сбраживания проводят в реакторах – метантенках.

Большое значение при сбраживании органических отходов имеет влажность загружаемого сырья. В зависимости от концентрации сухого вещества процесс ферментации называют влажным (меньше 20%) или сухим (порядка 30%) [3]. Наиболее выгодной считается влажная ферментация. Однако для каждого вида сырья необходимо экспериментально подбирать оптимальную влажность, соответствующую получению максимального количества горючего газа и более качественных биоудобрений.

Цель представленной работы – изучение влияния влажности сырья на эффективность биоудобрений, полученных при анаэробной переработке отходов птицефабрик, специализирующихся на выращивании индейки.

Объект исследования – органические отходы индюшек влажностью 69,5%.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

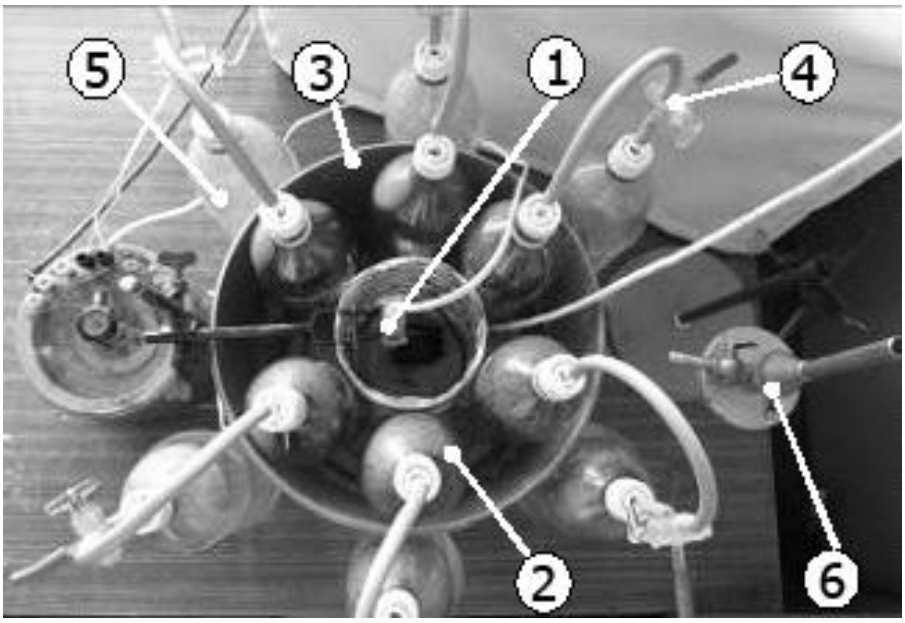
- провести анаэробное сбраживание органических отходов индейки влажностью 80, 82, 85, 88, 92, 95%.
- изучить влияние полученных биоудобрений на рост сельскохозяйственных культур в лабораторных условиях;
- изучить влияние полученных биоудобрений на рост сельскохозяйственных культур в природных условиях.

Исследования проводились при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере в рамках конкурса "УМНИК-2008".

Для проведения исследования создана лабораторная биогазовая установка (рисунок 1). Лабораторная установка включает в себя следующие основные элементы:

- 6 реакторов-метантенков для проведения процесса анаэробного сбраживания при различной влажности загружаемого сырья. Реактор-метантенк представляет емкость объемом 1,5 л, в верхней части которой имеется патрубок для вывода газа.
- 6 газгольдеров для сбора биогаза. Газгольдер представляет собой пластиковую конструкцию, состоящую из стационарной нижней и подвижной верхней части (купол). Купол плавает в специальном водяном кармане, и поднимается или опускается в зависимости от давления газа внутри газгольдера. Водяной карман заполнен 10% раствором соли NaCl для предотвращения «цветения» воды.
- Водяная баня представляет собой емкость объемом 20 литров. В емкость залита чистая вода – теплоноситель, непосредственно в которой расположены реактора-метантенки.

Нагревательный элемент для поддержания необходимой температуры теплоносителя. Для регулирования скорости нагрева и температуры теплоносителя используется ЛАТР (0-220 В). Для предотвращения прожига и оплавления материала реакторов-метантенков вследствие высоких температур, нагревательный элемент огражден алюминиевой перегородкой. Перегородка перфорирована, поэтому не мешает равномерному нагреву воды по всему объему бани.



1 – нагревательный элемент; 2 – реактор-метантенк; 3 – водяная баня; 4 – трехходовой кран; 5 – газгольдер; 6 – газовая горелка

Рисунок 1 – Лабораторная биогазовая установка

Для измерения температуры теплоносителя использовали термопару, оснащенную электронным датчиком. Примерную температуру внутри реактора-метантенка определяли расчетным методом, учитывая, что теплоемкость помета составляет 4,06 кДж/(кг·^{o}С).

Процесс сбраживания проводили в течение 20 дней. Временной интервал выбран с точки зрения экономии энергоресурсов.

В результате сбраживания из органических отходов образуется биогаз с содержанием метана до 75% [4] и сброженный остаток – образцы № 1, 2, 3, 4, 5, 6, полученные из отходов влажностью 80, 82, 85, 88, 92, 95% соответственно.

Стоит отметить, что отходы влажностью 80-82% представляли собой пастообразную массу, включающую в себя три фазы: твердую, жидкую и газообразную. При влажности 85% в массе наблюдались процессы расслоения в течение нескольких дней. В свою очередь образцы влажностью 88-95% расслаивались в течение короткого промежутка времени. Указанные явления оказали влияние на сам процесс анаэробного сбраживания, на состав и выход биогаза, а также на свойства биоудобрений.

Т. к. выгружаемая из метантенков масса имеет высокую влажность, применение ее в подобном виде неудобно. Необходимо подготовить биоудобрение, в первую очередь – обезвожить и высушить.

Обезвоживание на фильтрах образцов биоудобрений №1-3 не дает ожидаемого результата, т. к. влага прочно связана с молекулами органических и минеральных веществ, в результате чего фильтры забиваются. Биошлам образцов № 4-6 из-за их способности к расслоению отделяется от воды методом декантации. В итоге для высушивания биоудобрений № 4-6 без применения нагревательных устройств требуется примерно вдвое меньше времени, чем на сушку биоудобрений образцов №1-3: 15 и 28 суток соответственно.

В результате декантации воды образуется две фазы: жидкая и твердая, обе содержат в себе удобрительные компоненты и вещества. Поэтому из образцов № 4-6 можно получить два вида удобрений: жидкие удобрения, содержащие в основном минеральные компоненты (большинство органических веществ не растворимы в воде) и твердые, содержащие как минеральные, так и органические вещества. В дальнейшем они обозначены как: 4ж, 5ж, 6ж – жидкие удобрения и 4т, 5т, 6т – твердые удобрения образцов № 4, 5, 6 соответственно.

Готовые жидкие биоудобрения представляют собой слегка мутноватый раствор, легко смешиваемый с водой. Твердые биоудобрения – порошок, размер частиц 0-3 мм, при смешении с водой дает неустойчивую суспензию (рисунок 2). Готовые удобрения имеют легкий специфический запах, при смешивании с водой в пропорции 1:70 запах практически отсутствует.

Таким образом, в результате анаэробной обработки отходов было получено 9 разновидностей биоудобрений: 6 в твердом виде и 3 в жидком.

Эффективность действия биоудобрений проверяли на сельскохозяйственных культурах, наиболее востребованных в народном хозяйстве в Сибирском округе

Рисунок 2 – Взвесь биоудобрения в воде

Из ряда культур были отобраны 3 вида: яровая пшеница, пищевая кукуруза и подсолнечник как. Ниже приведена краткая характеристика выбранных сортов.

Яровая пшеница сорта «Алтайская 92». Колос средней крупности (7-8 см). Средняя продолжительность вегетационного периода (всходы - восковая спелость) – 78 дней, с колебаниями по годам от 73 до 85 дней. Высота растений в среднем составляет 93 см, урожайность примерно 29,4 ц/га [5].

Среднеранний сорт пищевой кукурузы «Сибирячка»: растения высотой 220-240 см. Число листьев – 12, листья широкие, длина початка около 20 см, масса 1000 семян 300 г. В условиях Сибири период от всходов до фазы молочной спелости початков составляет 100-105 дней [6].

Сорт «Енисей» подсолнечника отличается хорошей приспособленностью к условиям агросреды. Сорт относится к группе ультраскороспелых, вегетационный период от всходов до физиологической спелости 70-75 дней, отличается стабильной урожайностью, крупноплодный, корзинки быстро подсыхают на корню. Сорт отличается высоким выходом кондиционных семян - 60-80%. Высота растений 140-170 см, масса 1000 семян 95 – 120 г, урожайность от 1,5-2 т/га до 3,2 т/га, масличность до 48% [7].

Для высадки семян в лабораторных условиях использовали прозрачную тару объемом 250 мл. В одной серии эксперимента высаживали по 10 семян каждой культуры в отдельные емкости для обработки одним видом удобрения. Число необходимых посадок приведено в таблица 1.

Таблица 1 – Количество посадок на серию эксперимента

Культура	Контроль	1	2	3	4		5		6		ИТОГО
					4ж	4т	5ж	5т	6ж	6т	
Пшеница	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
Кукуруза	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
Подсолнечник	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	100
ИТОГО	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	300

Каждый эксперимент проводили в три серии.

Для посадки семян использовали землю с сельскохозяйственного поля, тип почвы – серая лесная. Такой тип почвы отличается довольно высоким плодородием и активно используется в сельском хозяйстве для выращивания кормовых, зерновых и плодоовощных культур. Однако для оптимального содержания в нем гумуса необходимо вносение органических удобрений [8].

Во всех испытаниях придерживались строго одной глубины заделки для каждой культуры: пшеница – 3-5 см; кукуруза – 3-4 см; подсолнечник – 2-2,5 см. Полив осуществляли в количестве 25 мл на 1 емкость непосредственно перед посадкой семян.

Для проведения эксперимента готовили 0,015%, 0,15% и 1,5% растворы удобрений, выбранные на основе рекомендаций в литературе [9]. В контрольном опыте полив производили водой.

За ростом культур следили в течение 5 суток после посадки; ежедневно из земли вынимали по 2 семени, замеряли длину корня и побега (рисунок 3). Указанные показатели служат одним из параметров для определения эффективности действия различных видов биоудобрений.

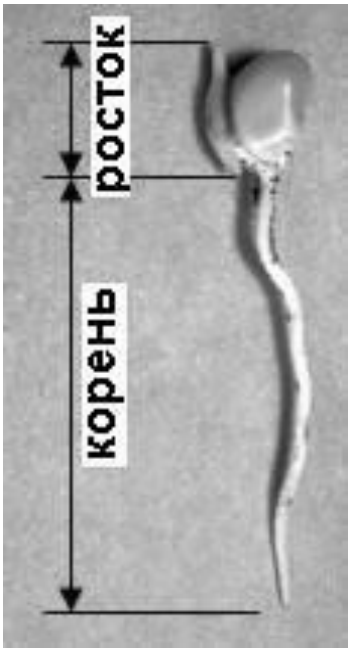


Рисунок 3 – Строение проросшей кукурузы

Важно отметить, что только одновременная стимуляция роста надземной и подземной биомассы позволяет растениям лучше сопротивляться инфекциям и усваивать питательные вещества, начиная с самых ранних стадий роста [10].

Всхожесть пшеницы в лабораторных условиях оказалась незначительной даже в контрольном опыте, в связи с чем, трудно было определить действительное влияние биоудобрений на культуру.

Наиболее эффективные виды биоудобрения для полива кукурузы и подсолнечника отмечены в таблице 2.

Таблица 2 – Увеличение биомассы культур при поливе биоудобрениями в лабораторных условиях, %

Концентрация удобрения, %	1	2	3	4		5		6	
				4ж	4т	5ж	5т	6ж	6т
Кукуруза									
0,015	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,15	18/29	-	-	-	-	-	-	-	-
1,5	10/29	50/41	30/24	30/29	32/88	10/18	-	-	-
Подсолнечник									
0,015	55/5	70/34	110/21	55/11	75/30	-	-	-	-
0,15	55/2	-	150/15	113/15	50/31	62,5/43	-	87,5/39	-
1,5	12,5/56	-	5/23	12,5/43	-	62,5/33	-	75/56	-
Примечание: «-» не оказывают видимого эффекта; «20/45» – на 20% увеличилась длина побега, на 45% – длина корня по отношению к контрольному опыту									

На рисунке 4 приведен пример интенсификации роста биомассы подсолнечника. Как видно, одновременно увеличивается длина надземной и подземной часть растения.

пыты по изучению влияния биоудобрений на рост сельскохозяйственных культур в природных условиях проводились на территории Алтайского края, тип почвы серая лесная. Схема опыта включала в себя обработку почвы непосредственно пред посевом 1,5% растворами биоудобрений, полученных при анаэробном сбраживании (расход препарата 45 мл/м^2, рабочего раствора – 3 л/м^2). На контрольных участках биоудобрения не применялись. Глубина заделки культур аналогична посадке в лабораторных условиях.

Для проведения эксперимента было выделено 10 делянок: девять – для разных видов биоудобрений, одна – для контроля, в каждой в каждой из них было посажено по 4 семени трех выбранных культур.

В течение 37 дней наблюдали за ростом саженцев, ежедневно измеряя длину побегов. Ограничение по времени связано с продолжительностью этапа по договору о проведении НИР конкурса «УМНИК».

Динамика роста пшеницы представлена на рисунок 5.

Рисунок 4. Саженцы подсолнечника

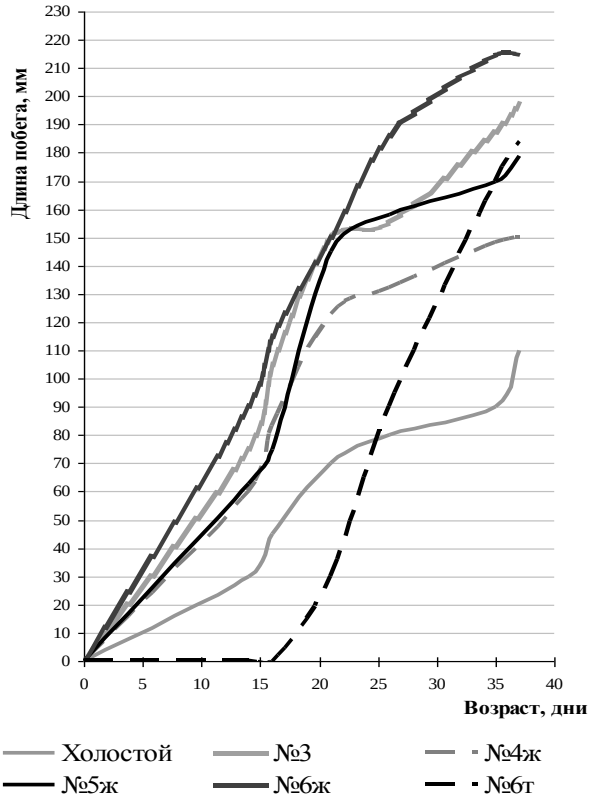


Рисунок 5. Динамика роста семян пшеницы

На графике отсутствуют данные по биоудобрениям №1, 2, 4т и 5т, т. к. они не оказывают положительного воздействия на всхожесть пшеницы. Остальные виды удобрений увеличивают в конечном результате высоту побега до 2 раз. Однако в случае биоудобрения 6т наблюдается некоторая задержка в росте растения начальный период, но на 16 день начинается интенсивный рост побега пшеницы. Данное явление нельзя назвать благоприятным, поэтому подобное биоудобрение не рекомендуется использовать для выращивания пшеницы.

Аналогичная зависимость была выведена для кукурузы. Как оказалось практически все разновидности биоудобрений интенсифицируют рост растения, однако разница в длине побегов мала. Поэтому применение полученных биоудобрений для кукурузы оправдано только в случае необходимости утилизации сброженного остатка после анаэробного сбраживания органических отходов.

В случае с подсолнечником наиболее эффективными оказались биоудобрения 6ж, 4т, 5ж, чуть менее эффективным образец №2. Стоит отметить, что при поливе биоудобрениями наблюдалось увеличение площади листовой пластины подсолнечника до 50%.

Объясняются полученные результаты различными условиями сбраживания отходов птицефабрик, в результате чего состав биоудобрений изменяется. Как видно из эксперимента, наиболее эффективными являются

жидкие биоудобрения, в которых содержатся в основном минеральные вещества, которые быстрее усваиваются, чем органические, однако, как известно минеральные удобрения быстро выносятся растениями и вымываются дождями. Органические же вещества отличаются продолжительным временем действия, что связано с необходимостью их разложения микрофлорой почвы. В связи с этим твердые биоудобрения, содержащие как минеральные, так и органические вещества, более эффективны, чем жидкие, но требуют большее время для полного усвоения.

Таким образом, наиболее эффективным для посадки рассматриваемых культур является удобрение №3 (влажность сырья 85%), а также все виды жидких удобрений. Интенсификация роста в рассматриваемых вариантах составила от 9 до 95%, в среднем около 65% в зависимости от вида биоудобрения, его концентрации раствора и вида культуры.

Результаты, полученные в лабораторных исследованиях подтвердились на практике при посадке культур в грунт.

Библиоргафический список

1. Гринин А.С., Новиков В.Н. Промышленные и бытовые отходы: Хранение, утилизация, переработка. – М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002. – 336 с.
2. Стеблинин А.Н. Возобновляемые источники энергии и анализ возможностей их использования // Достижения науки и техники АПК. – 2006. – № 2. – С. 9-41.
3. Вавилин В.А. Как эффективно получать биогаз? // Природа. – 2008. – № 11. – С. 14-20.
4. Брюханова Е.С. Исследование влияния влажности сырья на выход и состав продуктов анаэробной переработки отходов птицефабрик // Ползуновский вестник.
5. www.ideasandmoney.ru/Ntrr/Details/115273.
6. www.ideasandmoney.ru/Ntrr/Details/112072.
7. www.pocejdon.ru/9.htm.
8. Ковриго В.П., Кауричев И.С., Бурлакова Л.М. Почвоведение с основами геологии. – М.: Колос, 2000. – 416 с.
9. Веденев А.Г., Веденева Т.А. Биогазовые технологии в Кыргызской Республике. – Б.: Евро, 2006. – 90с.
10. Злотников А.К., Гинс В.К., Пухова Л.Ф., Кирсанова Е.В. Альбит способствует ускоренному развитию сельскохозяйственных культур // Защита и карантин растений. – 2005. – № 11. – С. 27-28.

ТЕХНОЛОГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ, ИЗВЛЕЧЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ БИОГАЗА

УДК 628.474.76

СБОР И УТИЛИЗАЦИЯ БИОГАЗА НА СВАЛКАХ ТБО. УКРАИНСКИЙ ОПЫТ[1]

МАТВЕЕВ Ю.Б.

Агентство по возобновляемой энергетике,
Научно-технический центр «Биомасса»
Киев, Украина

Естественный процесс биологического разложения органических отходов в теле полигона приводит к образованию биогаза с содержанием метана около 50%. Биогаз является главной причиной возгораний на полигонах, которые практически не поддаются тушению и приводят к выбросам в атмосферу большого количества токсичных веществ. Кроме того, метан является мощным парниковым газом, парниковый эффект которого в 21-23 раз выше, чем у двуокиси углерода. Поэтому в развитых странах сбор биогаза на полигонах тбо и его утилизация для производства энергии является обязательным требованием.

Реальная возможность строительства таких систем в украине и россии появилась в связи с ратификацией киотского протокола, которым предусматривается возможность инвестирования т.н. Проектов совместного осуществления (псо), направленных на снижение выбросов парниковых газов. Одним из факторов, определяющим успех реализации проекта по созданию системы сбора и утилизации биогаза/метана, является предварительная оценка потенциала газообразования на полигоне. От качества проведения такой оценки зависят успех технической реализации проекта, а также его экономические показатели.

Для расчета возможного объема сбора метана наиболее часто используется математическая модель, рекомендованная агентством охраны окружающей среды сша, так называемая модель разложения первого порядка. Факторами, влияющими на количество образующегося метана, являются график завоза, морфологический состав и возраст отходов, влаго-

[1] Публикация подготовлена при поддержке программы «Метан на рынок», США

содержание, плотность, температура, кислотность, уровень фильтрата в теле полигона, а также климатические условия региона, в особенности, количество атмосферных осадков и температурный режим. Используемые в модели константы - потенциал образования метана ($м^3$ метана/т отходов) и скорость разложения отходов (1/год) могут значительно различаться в зависимости от указанных выше факторов, характерных для каждого конкретного полигона. К примеру, диапазон значений для первого коэффициента может составлять от 0 до 312 $м^3$ метана/т отходов, а для второго коэффициента – от 0,001 до 0,4 (1/год).

Кроме того, на процесс образования и эмиссии биогаза в атмосферу существенно влияет практика эксплуатации полигона. Например, пожары на полигоне могут значительно снизить выход метана, уменьшая количество органики и создавая условия для окисления метана. Неоднородность состава мусора (к примеру, наличие строительных отходов) приводит к различиям в газообразовании на различных участках полигона. Плохое уплотнение отходов и отсутствие послойной и верхней грунтовой пересыпки создает условия для неконтролированного выхода и окисления метана в поверхностном слое.

Фактическая эффективность сбора биогаза зависит от степени охвата тела полигона системой сбора и ее конструкции, наличия покрытия и состояния поверхности полигона, соотношения горизонтальной и вертикальной газопроницаемости отходов, эффективности сбора газа отдельными скважинами, а также от качества регулирования системы сбора в процессе эксплуатации.

Таким образом, количество образовавшегося и собранного на полигоне биогаза/метана зависит от множества факторов, которые не могут быть однозначно учтены в теоретических расчетах и в процессе моделирования образования биогаза с использованием средних рекомендованных значений расчетных констант. Для более точной оценки потенциала сбора метана, калибровки стандартных моделей газообразования и получения дополнительной информации, необходимой для проектирования системы сбора метана, необходимо проводить полевые исследования непосредственно на полигоне. Проведение полевых исследований связано с дополнительными, относительно небольшими затратами по сравнению со стоимостью целого проекта, однако оно существенно снижает финансовые риски инвесторов. Основными задачами полевых исследований являются измерение качества биогаза и его количества, измерение физических параметров на разных глубинах в теле полигона, определение уровня фильтрата, а в некоторых случаях и оценка степени газопроницаемости отходов и так называемого «радиуса влияния» газосборных скважин.

Существуют различные варианты проведения полевых исследований. Однако все варианты предусматривают бурение нескольких скважин для сбора биогаза, отбор проб отходов для дальнейшего лабораторного исследования, принудительный газоотбор с помощью газовых насосов в те-

чение определенного периода (от нескольких часов до нескольких недель). В процессе газоотбора проводятся измерение потока биогаза и его химического состава (содержание метана, двуокиси углерода, кислорода, азота, сероводорода и, возможно, других примесей) и сжигание биогаза на мобильной факельной установке. В более сложных вариантах в программу измерений может входить мониторинг изменения газового давления (разрежения) в дополнительных контрольных скважинах на разных расстояниях от газоотводящих скважин во время активного отбора биогаза в последних.

В рамках подготовки проектов по сбору и утилизации метана реализовано несколько кратковременных программ измерений на некоторых украинских полигонах тбо. В таблице приведены диапазоны измеряемых концентраций основных компонентов биогаза для шести полигонов ТБО.

Таблица 1 – Диапазоны измеряемых концентраций основных компонентов биогаза для шести полигонов ТБО

Полигон ТБО	Сн4, об. %	Со2, об. %	О2, об. %	Н2s, ppmv
1	56-62	20-22	2.0-3.7	4-6
2	52-62	24-42	0.5-2.5	4-120
3	48-72	23-32	0.3-4.0	0-660
4	33-49	37-49	0.0-0.6	160-560
5	36-40	45-50	0.7-1.7	4-130
6	37-60	25-50	0.5-3.5	0-15

В данном случае речь шла о кратковременных сериях измерений, общая продолжительность которых на каждом полигоне не превышала нескольких дней. Легко видеть, что содержание метана обычно составляет от 35 до 65 объемных процентов. Режим газоотбора регулировался таким образом, чтобы содержание кислорода не превышало 3%.

Особый интерес представляет измерение содержания сероводорода, высокая концентрация которого может приводить к коррозии энергетического оборудования в случае получения из биогаза тепловой или электрической энергии. Измерения на нескольких полигонах показали, что обычно содержание сероводорода не превышает 50-100 объемных ppm. Превышения данного значения встречаются на полигонах с хаотическим захоронением строительных отходов или же на «свежих» участках с продолжающимся вывозом тбо. В последнем случае содержание сероводорода может превышать 500 объемных ppm.

Зарубежная практика показывает, что наиболее достоверные данные об образовании метана можно получить, увеличив длительность проведения тестового отбора газа минимум до 2-х недель. Подобные продолжительные исследования были проведены на полигоне в черновцах в июле 2007 года. Полигон принимает отходы с 1995г., объем накопленных отхо-

дов составляет около 850 тыс. Т. Измерения проведены при поддержке агентства защиты окружающей среды сша в рамках реализации программы «метан – на рынок» с участием специалистов американской компании sgs engineers, агентства по возобновляемой энергетике (киев) и украинской компании нтц «биомасса». Полученные результаты позволили уточнить используемые модельные константы - потенциал образования метана и скорость разложения отходов (1/год).

- Lo_{total} = 118.0 m^3/mg
- K (fast-decay) = 0.180/год
- K (medium-decay) = 0.036/год
- K (show-decay) = 0.009/год

Результаты расчетов приведены на графике.

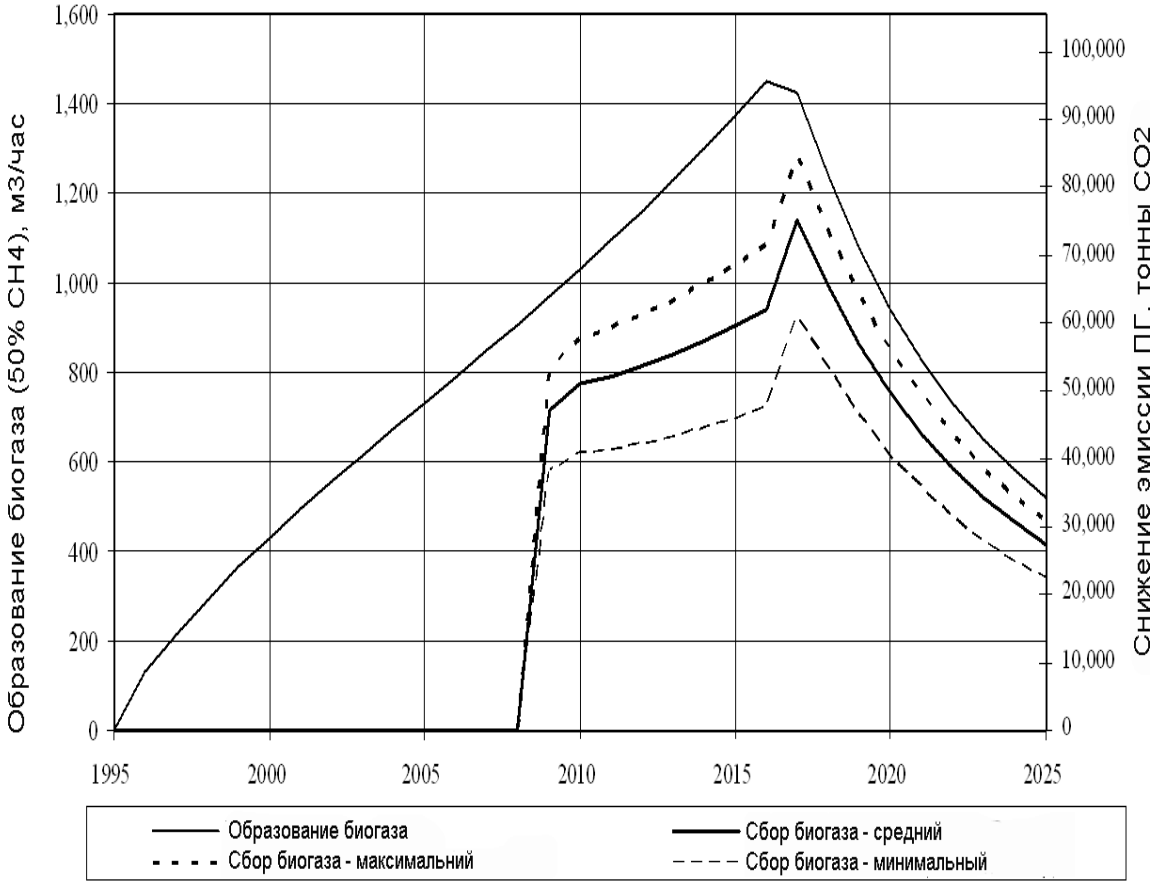


Рисунок 1 –График результатов расчетов

Аналогичная программа 4-х недельных измерений реализована в августе 2008 года в городе мариуполь (донецкая область). Полигон эксплуатировался в 1967-2008 годах и на сегодняшний день занимает площадь 14,3 га. Объём накопленных отходов составляет около 2,6 млн. $М^3$. Для проведения тестов были пробурены десять скважин различной глубины. Непрерывная откачка биогаза проводилась на протяжении месяца. Несколько раз в день во всех скважинах измерялись состав биогаза (содержание метана, двуокиси углерода, кислорода, сероводорода), давление, тем-

пература и расход биогаза. В результате реализации программы измерений уточнены параметры математической модели газообразования для данного полигона.

- K (fast-decay) = 0.140/год
- K (medium-decay) = 0.028/год
- K (show-decay) = 0.007/год

В результате проведения исследований разработана модель газообразования для украинских полигонов, представляющая собой модель агентства охраны окружающей среды сша адаптированную к местным условиям. Данная модель позволяет определять потенциал образования метана на украинских полигонах, а также оценить эффективность сбора последнего.

В рамках выполнения программы «метан на рынок» на полигоне г. Хмельницкий реализован проект отопления производственных помещений с помощью инфракрасных радиационных нагревателей, работающих на биогазе. Проект включал сооружение ограниченной системы сбора биогаза из трех скважин, установку станции очистки и сжигания излишков биогаза на факеле, а также установку четырех нагревателей в производственном помещении, принадлежащем оператору полигона. Использовались инфракрасные нагреватели компании roberts gordon (сша, тип black heat u30). Технические характеристики отдельного нагревателя приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Технические характеристики отдельного нагревателя

Параметр	Ед. Изм.	Значение
Тип излучающих труб	-	«u»
Максимальная тепловая мощность	Квт	30
Номинальная тепловая мощность	Квт	27
Давление газа на входе в горелку	Мбар	20-50
Потребляемая электрическая мощность	Вт	200
Максимальный расход газа	$М^3$/час	3,12
Коэффициент полезного действия	%	92-95

В процессе эксплуатации определены оптимальные параметры эксплуатации системы сбора, а также исследован процесс горения на факеле. Экспериментальным путем подобран диаметр сопла горелки нагревателя в зависимости от концентрации метана в биогазе. Эффективность работы нагревателей составила 86%, выбросы no_x при среднем коэффициенте избытка воздуха 5,7 не превышали 65 ppm. Планируется продолжение экспериментального исследования рабочих параметров нагревателей.

Результаты проведенных работ привлекли внимание инвесторов, заинтересованных в реализации полномасштабных проектов по сбору и утилизации биогаза. Это позволило начать работу над реализацией нескольких крупных проектов на полигонах украины.

В феврале 2010 года введена в эксплуатацию система сбора и утилизации биогаза на полигоне в г. Мариуполь, состоящая из 50 вертикальных

газосборных скважин, подключенных индивидуальными трубопроводами к 3 газосборным пунктам. Магистральные трубопроводы от каждого газосборного пункта подают биогаз на факельную или когенерационную установку. Максимальная производительность системы сбора составляет 800 $м^3$/час, электрическая мощность когенерационной установки 625 квт. Проект разработан специалистами украинской компании нтц «биомасса», которые также принимают участие в мониторинге системы в рамках реализации проекта совместного осуществления.

Сотрудничество в рамках программы «метан на рынок» позволило увеличить интерес к сбору и утилизации метана на полигонах украины как на местном, так и на государственном уровне. В будущем планируется реализация нескольких крупных проектов на других полигонах.

УДК 628.353.16

ОЧИСТКА ФИЛЬТРАТА ПОЛИГОНА ТБО г. НОВОКУЗНЕЦК

Функ А.И., Грауле Д. В., Лесовских А.Ю.

ООО «ЭкоЛэнд»
г. Новокузнецк

Вопрос утилизации твердых бытовых отходов во всем мире решается по разному. Существует два основных способа утилизации отходов ТБО: сжигание мусора и захоронение на полигонах. В Дании, Швейцарии, Германии, Франции, Голландии сжигается от 40 до 60% бытовых отходов - остальное, как правило, закапывается в землю. Отрадное исключение представляют швейцарцы, которые не сожженные отходы направляют целиком на переработку. А такие страны, как Норвегия, Италия, Англия и Испания, «львиную долю» мусора - от 60 до 78% закапывают в землю. Ненамного отстает от них и Новый Свет. К примеру, в США под землю отправляют 56% бытового мусора (ежегодно по 135 миллионов тонн). Остальное сжигается (14%) или перерабатывается (30%). Исключительный пример представляет в этом отношении Япония: в островном государстве земля слишком дорога, чтобы отдавать ее под мусорные кладбища, поэтому 76% своих бытовых отходов японцы сжигают, а остальное перерабатывают или также хоронят под землей.

Для РФ утилизация отходов это очень молодой бизнес. До сих пор во многих городах России все отходы от человека поступают на свалки, которые наносят огромный вред экосистеме планеты, а также представляют угрозу здоровью человека, выделяя большое количество загрязняющих веществ в атмосферу. Мусоросжигающие заводы в РФ есть только в Москве, а полигоны по захоронение ТБО, соответствующие полигону ТБО ООО

«ЭкоЛэнд» – довольно редкое явление, однако твердые бытовые отходы образуются в каждом населенном пункте.

Основное негативное воздействие полигона захоронения или свалки ТБО на окружающую среду обусловлено фильтрационными водами, которые образуется за счет отжимных вод, инфильтрации атмосферных осадков, биохимических и химических процессов разложения ТБО и характеризуется высоким (в сотни раз превышающим ПДК) содержанием токсичных органических и неорганических веществ. Они опасны в санитарно-эпидемиологическом отношении, так как содержат патогенные микроорганизмы. Это говорит о том, что сбрасывать его в водоем, либо «на рельеф» не предоставляется возможным. Фильтрат необходимо чистить, либо на городских очистных сооружениях хозяйственно-бытовых сточных вод либо строить локальные очистные сооружения фильтрата. На городские очистные сооружения хозяйственно-бытовых сточных вод (ГОС) фильтрат может быть отведен по коллектору фильтрата, либо с помощью ассенизационных машин. Кроме того хранение фильтрата в природных логах может нанести вред, проникая в почву, для того, чтобы избежать этого, днище регулятора (хранилища фильтрата) должно быть защищено. На современных полигонах, днище хранилища фильтрата выстилается защитным экраном (геомембраной), представляющей собой очень плотную пленку из полимерных материалов.

Проходя через брикет, атмосферная вода вымывает из него механические примеси, вследствие чего увеличивается концентрация взвешенных веществ, также вымываются ионы тяжелых металлов, и другие неорганические компоненты. Температура внутри брикета составляет примерно $70^{o}C$, в нижних слоях уложенных брикетов температура еще выше, в результате там происходит биотермическое разложение в анаэробных условиях. Так как водородный показатель фильтрата pH = 7 – 8, это говорит о том, что внутри брикета происходит щелочное или метановое брожение, с выделением газа метана и углекислоты. Наличие этих процессов обуславливает высокое содержание органических загрязнений, как легкоокисляемых ($БПК_{20}$> 2000 мгO_2/л), так и трудноокисляемых (ХПК > 6000 мгO_2/л). Таким образом, очистка фильтрата является очень сложной задачей.

К тому же требования к качеству очищенных сточных вод в РФ жестче, чем за рубежом, на целый порядок, а для некоторых веществ и на два порядка, это непосредственно влияет на степень очистки.

Фильтрат может быть очищен биологическими, физическими и комбинированными способами очистки. Биологическая очистка осуществляется на биофильтрах или аэротенках, а физическая осуществляется с помощью современных технологий тонкой фильтрации (микрофильтрация, ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос), также может быть использован метод сорбции, в качестве комбинированых способов очистки может быть применена биосорбция. В зарубежной практике для очистки фильтрата в основном отдают предпочтение обратному осмосу, вместо

биологической и сорбционной очистки, так как обратный осмос имеет ряд преимуществ в плане затрат, как капитальных так и эксплуатационных (табл. 1). Обратный осмос – метод очистки стоков с применением мембранных модулей. Исходная вода проходит через мембранные модули (с размером пор 10^{-4}-10^{-3} мкм), где происходит разделение на пермеат (очищенная вода) и концентрат.

Таблица 1 – Сравнение биологической очистки с технологией обратного осмоса

	Биологическая очистка	Обратный осмос
Строительная часть	Необходимо выполнить большой объем строительных работ, учитывая температурный режим на улице все оборудование должно быть, размещено в помещении. Время нахождения стока в очистных сооружениях при таких концентрациях загрязнений должно быть 2 суток, следовательно строительный объем очистных сооружений должен быть вдвое больше суточного расхода поступающего фильтрата.	Небольшой объем стройки, возможно исполнение в контейнере
Температура воды на поступлении	Недопустима работа с холодной водой, в виду того, что бактерии требуют довольно жесткого температурного режима. Например при снижении температуры с 20°C до 10 ^{o}C скорость процессов окисления снижается в 2-2,5 раза, а при температуре ниже 8 ^{o}C практически совсем останавливается. Таким образом в технологическую схему необходимо будет включать подогрев воды	Допустимая работа при температуре от 1,5 ^{o}C
Качество очистки	Биологические методы не работают по растворенным металлам, сульфатам, хлоридам и т.д. То есть необходимо предусматривать дополнительное оборудование по удалению этих компонентов (например фильтры, адсорберы). Также для эффективной очистки необходимо соблюдение строгого соотношения ХПК/БПК/NH_4 в довольно жестких пределах, pH также крайне важен. Велика вероятность гибели биомассы при залповых сбросах тяжелых металлов, аммония и различной синтетической, не биоразлагаемой органики.	Качество очистки слабо зависит от внешних условий и не страдает от каких-либо залповых сбросов.
Эксплуатация	Необходимо точное соблюдение технологического режима, внимательное отслеживание качества входящего стока. Сложно автоматизировать.	Автоматический процесс.
Непрерывность процесса	Запустить, возможно, только на теплой воде (только летом) и запуск (наращивание биомассы в аэротенке) будет длиться не менее месяца, а то и более. При этом культуру (исходные микроорганизмы) необходимо будет привозить с аналогичных очистных сооружений т.е. с другого полигона, потому как для подобных задач требуются специализированные штаммы бактерий и живности.	Может быть остановлена и запущена несколько раз в сутки, возможна работа по сезонам (зима-лето)
Характеристика очищенного стока	Сбрасывается в водоем практически 100% поступающего фильтрата	В водоем сбрасывается только 75% поступающего фильтрата, оставшиеся 25% - концентрат, возвращается в тело полигона

Применение сорбционных методов очистки фильтрационных вод, также является очень эффективным методом, разнообразие сорбционных загрузок позволяет подобрать сорбент почти под любое качество исходной воды. Однако, несмотря на их высокую эффективность, применение этих методов является не всегда технологически и экономически оправданным. Прежде всего, это связано с проблемами регенерации и утилизации отработанных сорбентов, что является довольно частой и затратной процедурой. Кроме того, необходимо выполнить большой объем строительных работ.

Компания ООО «ЭкоЛэнд» эксплуатирует полигон ТБО в г. Новокузнецке, в районе села «Кругленькое». Строительство участка складирования разделено на два этапа, площадь первого этапа составляет 4,5 га, общая площадь участка складирования (два этапа) составляет 12 га. Период эксплуатации 1 этапа участка складирования полигона составляет 15,5 лет. На данный момент закончен первый этап строительства и уже эксплуатируется 2 года. Согласно расчетов общее количество фильтрата образующееся с участка складирования первого этапа строительства составит 8-9 тыс. м ^{3}/год, после реализации второго этапа строительства расчетное количество фильтрата составит 23 тыс. м^3/год.

Фильтрат полигона ТБО ООО «ЭкоЛэнд» характеризуется большим количеством органических загрязнений, как легкоокисляемых (БПК $_{20}$=3500 мг/дм^3), так и трудноокисляемых (ХПК=15000 мг/дм^3), концентрация взвешенных веществ составляет 500-700 мг/дм^3, высокое содержание компонентов азотной группы (NH_4=400 мг/дм^3), сухой остаток 12000 мг/дм^3.

Первоначально фильтрат планировалось перевозить на городские очистные сооружения, в период строительства коллектора - при помощи ассенизационных машин, затем по отводному коллектору. Уже был разработан проект строительства коллектора до ближайшего колодца городской канализационной сети, однако ПДК на сброс в канализационную сеть ЗАО «Водоканал» оказались сильно жесткими, к тому же штрафные санкции, за сброс концентраций выше ПДК, которых было бы не избежать, обходились бы очень дорого, что привело бы к значительному увеличению тарифа. Компанией ООО «ЭкоЛэнд» было принято решение о строительстве собственных очистных сооружений, после рассмотрения множества технико-коммерческих предложений, с разными методами очистки (биологической, сорбционной, на основе обратного осмоса), технико-экономически обоснованным было решение о строительстве локальных очистных сооружений с применением современной технологии обратного осмоса, производства немецкой фирмы PALL.

Технологическая схема очистки фильтрата полигона ТБО ООО «ЭкоЛэнд» состоит из регулятора фильтрата (днище регулятора выстлано на 0,5 м природным суглинком, затем уложена геомембарана, толщиной 1,5 мм), в который фильтрат поступает в летнее время, путем перекачива-

ния его из 1-ой карты участка складирования. Регулятор фильтрата - это гидротехническое сооружение, огражденное с двух сторон дамбами, он играет роль аккумулирующей емкости, для накопления и усреднения качественного состава фильтрата. Предварительная очистка фильтрата от взвешенных веществ предусмотрена на самопромывном песчаном фильтре и двух картриджных фильтрах с рейтингом 10 мкм, после чего уже осветленный фильтрат поступает на обратноосматическую установку. Обратный осмос задерживает не только вирусы, бактерии и растворы солей, но и ионы тяжелых металлов. Для очистки фильтрата полигона ТБО ООО «ЭкоЛэнд» принято 2 стадии обратного осмоса, что обеспечивает почти 100% эффект очистки.

Первая стадия обратного осмоса состоит из 50 DT модулей, в качестве модулей выбран дисковый. Так называемый DT модуль (диск-трубчатый модуль) – это наиболее совершенный продукт на рынке модульных технологий. Этот модуль прост в использовании: легко заменяются и легко очищаются, к тому же он очень компактен и не занимает большой площади. Мембраны изготовлены из модифицированного полиамида, материалом промежуточных слоев является полиэстер.

Вторая стадия обратного осмоса состоит из 11 DT модулей – стадия доочистки пермеата.

После двух ступеней обратного осмоса поток очищенной воды направляют на двухступенчатую систему озонирования, а концентрат направляют в тело полигона. Первая ступень озонирования необходима для удаления фенолов и основной массы формальдегида, вторая ступень – АОР-процесс (совместная обработка воды озоном и перекисью водорода) с целью удаления остаточного формальдегида, затем вода поступает на фильтр, загруженный каталитической загрузкой, на основе оксида марганца. Эта технология очистки позволяет довести качество очищенных вод до требований НДС для сброса в водный объект культурно-бытового назначения.

Строительство очистных сооружений фильтрата с применением технологии обратного осмоса на территории полигона ТБО ООО «ЭкоЛэнд» планируется осуществить в 2011 г. В России это будет первый опыт внедрения очистных сооружений фильтрата с такой современной технологией, позволяющей улучшить экологичность эксплуатации полигона захоронения ТБО. Подобные сооружения эксплуатируются за рубежом и зарекомендовали себя как очень стабильные и эффективные.

УДК 621.817.4

МЕЖДУНАРОДНОЕ ПАРТНЕРСТВО «МЕТАН – НА РЫНКИ» И ЕГО ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО СНИЖЕНИЮ ВЫБРОСОВ АНТРОПОГЕННОГО МЕТАНА

ВОЛЫНКИНА Е.П., ЗАЙЦЕВА Т.Н.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Партнерство «Метан – на рынки» – это многосторонняя инициатива группы стран, целью которой является сокращение выделения метана в атмосферу для содействия экономическому росту и безопасности в энергетическом секторе, охране окружающей среды и уменьшению выделения парниковых газов, что способствует повышению безопасности на горнодобывающих предприятиях, сокращению отходов и улучшению качества воздуха. В центре внимания данной инициативы находится быстрая и рентабельная регенерация метана и его применение в качестве чистого источника энергии. Партнерство предоставляет собой форму сотрудничества между промышленно развитыми, развивающимися странами и странами с переходной экономикой при активном участии частного сектора, банками развития и другими заинтересованными организациями в целях осуществления данных проектов и достижения связанных с ними позитивных изменений в плане климата, экономики и здоровья населения.

16 ноября 2004 года четырнадцать стран-партнеров подписали документ под названием «Круг полномочий», в котором излагаются цели, организация и функции данного Партнерства и основные виды деятельности, предпринимаемые Партнерством:

– Определение областей двустороннего и многостороннего сотрудничества между странами, а также взаимодействия в рамках частного сектора в вопросах извлечения и применения метана и укрепление таких связей

– Разработка более точных оценок выбросов метана и выявление крупнейших источников выбросов в целях разработки проектов

– Определение рентабельных возможностей регенерации метана из выбросов в целях производства энергии и создания потенциального механизма привлечения инвестиций

– Выявление и устранение препятствий для развития проектов и улучшения правовых, регуляторных, финансовых, институциональных, технологических и других условий для привлечения инвестиций в проекты по регенерации и использованию метана

– Определение и осуществление проектов сотрудничества, направленных на устранение конкретных проблем в области регенерации метана

– Укрепление сотрудничества с частным сектором, научно-исследовательскими организациями, банками развития и другими соответствующими правительственными и неправительственными организациями

– Оказание поддержки для определения и распространения наилучшей практики управления в области извлечения и применения метана

– Работа в области улучшения научного понимания и достижения большей определенности в деле регенерации и применения метана

– Разработка совместных планов действий, содержащих ряд конкретных мер и мероприятий, оказывающих непосредственную поддержку основным целям и функциям Партнерства

– Разработка и осуществление на практике программы оценки результатов и предоставления отчетов о результатах работы.

На сегодняшний день 24 страны присоединились к Партнерству «Метан - на рынки». В их числе: Аргентина, Австралия, Бразилия, Канада, Китай, Колумбия, Эквадор, Германия, Индия, Италия, Япония, Мексика, Монголия, Нигерия, Пакистан, Филиппины, Польша, Корейская Республика, Россия, Таиланд, Украина, Великобритания, Соединенные Штаты и Вьетнам, а также ЕС. Ожидается, что в будущем в Партнерство вступят и другие страны, заинтересованные в осуществлении проектов по извлечению и применению метана.

Партнерство «Метан - на рынки» занимается в основном четырьмя основными источниками выбросов метана. Это отходы животноводства, угольные шахты, свалки и системы природного газа и нефти.

К 2015 году Партнерство планирует сократить ежегодные выбросы метана более, чем на 180 млн. т в углеродном эквиваленте или регенерировать 14 млрд $м^3$ природного газа. Если такое сокращение будет достигнуто, оно может привести к стабилизации и даже снижению глобального уровня концентрации метана в атмосфере. Чтобы еще лучше представить себе масштаб этих достижений, можно сказать, что они будут равносильны следующим мерам:

– изъятию из дорожного движения на один год 33 млн. автомобилей,
– лесопосадкам площадью в 55 млн. акров,
– устранению выбросов из пятидесяти электростанций мощностью 500 МВт, работающих на каменном угле.

Метан, являющийся основным компонентом природного газа, составляет 16 % всех выбросов парниковых газов, происходящих в результате деятельности человека (рисунок 1). Его присутствие в атмосфере по сравнению с CO_2 носит кратковременный характер, поскольку продолжительность нахождения метана в атмосфере составляет примерно 12 лет. Он считается парниковым газом, обладающим сильным воздействием, так как в 23 раза эффективнее удерживает тепло в атмосфере Земли, чем CO_2. Поэтому значительное сокращение этого газа незамедлительно сказалось бы на потеплении атмосферы.

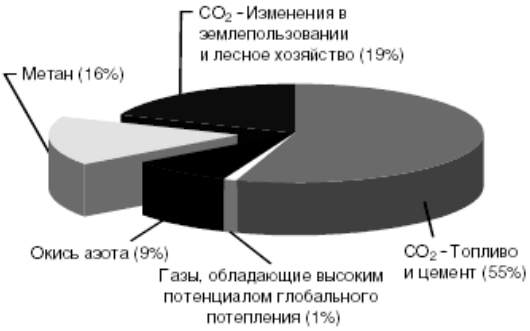


Рисунок – 1 Выбросы парниковых газов

За последние два столетия концентрация метана в атмосфере возросла более, чем в два раза. Концентрация газов в атмосфере определяется балансом между поступлением газа и скоростью его удаления. Поступление газа в атмосферу увеличилось в результате деятельности человека, а удаление газа из атмосферы зависит от эффективности его «стока», или систем, абсорбирующих или нейтрализующих парниковый газ. Основной способ стока метана - это его окисление в ходе химической реакции с гидроксильными группами, находящимися в тропосфере, окисление в стратосфере и микробное поглощение деревьями и почвой. Сила и эффективность такого стока определяет период нахождения метана в атмосфере.

Около 60 % глобальных выбросов метана происходят из антропогенных источников, таких как сельское хозяйство, угледобывающая промышленность, мусорные свалки и системы природного газа и нефти, а остальная часть происходит из природных источников, в основном, из болот, газовых гидратов, слоя вечной мерзлоты и в результате жизнедеятельности термитов.

Рисунок 2 – Примерные объемы выделения метана из антропогенных источников

Сокращение выбросов метана несет в себе множество важных положительных моментов в экологическом, экономическом и энергетическом плане и в плане безопасности. Во-первых, метан является газом, вызывающим сильный парниковый эффект; его нахождение в атмосфере носит кратковременный характер, и сокращение количества метана может привести к значительным результатам в самое ближайшее время. Кроме того, метан является

основным элементом природного газа, поэтому сбор и утилизация метана дает еще один ценный, чистый энергоноситель, способствующий повышению качества жизни в районах проживания. Применение метана приносит доход и способствует повышению уровня жизни. Производство энергии из регенерированного метана помогает отойти от применения других энергоносителей с высокой степенью выбросов продуктов сгорания, таких как дерево, каменный уголь или нефть. Регенерация метана из угольных шахт поможет улучшить производственную безопасность, поскольку при этом снижается опасность возникновения взрывов.

Многие из имеющихся возможностей снижения выбросов метана включают его регенерацию и использование в качестве топлива для производства электроэнергии, использования на местах и его поставки на продажу. Эти меры представляют собой основные возможности снижения выделения метана из отходов животноводства, угольных шахт, мусорных свалок и систем природного газа и нефти.

Однако конкретные технологии и подходы к снижению выбросов этого газа зависят от источников выбросов, поскольку эти выбросы имеют различный характер и происходят по-разному. Рассмотрим основные варианты регенерации метана и его использования применительно к различным источникам выбросов метана:

1. Отходы животноводства. Метан вырабатывается и выделяется в атмосферу во время процесса анаэробного разложения органических веществ, содержащихся в навозе. В глобальном масштабе за счет операций по переработке навоза в атмосферу выделяется более 230 млн. метрических т метана в углеродном эквиваленте, что составляет примерно 4 % всех антропогенных выбросов метана. Три направления животноводства «несут ответственность» за более чем 80 % всех выбросов: свиноводство (40 %); выращивание рогатого скота не в молочных целях (20 %) и в молочных целях (20 %). В некоторых странах птицеводство также является значительным источником эмиссии метана в атмосферу. Метан, выделяемый при использовании жидких технологий по переработке навоза, можно улавливать и использовать для частичного удовлетворения энергетических потребностей фермы или просто сжигать в факельной установке. Полученный метан может служить источником чистой энергии для производства электроэнергии или в качестве топлива для работающего на газе оборудования, такого как двигатели, бойлеры или холодильные установки. Технологии улавливания метана включают в себя закрытые анаэробные пруды, резервуары, действующие на основе потока вытеснения, полностью сведенные или рассчитанные на небольшие объемы резервуары. При этом отходы обрабатываются в виде жидкости, кашицы или в полутвердом виде в зависимости от требований используемой системы.

2. Угольные шахты. В глобальном масштабе шахтный метан составляет 6% от всех выбросов метана, происходящих в результате деятельности человека. Ожидается, что к 2020 году выбросы метана из мировых угольных шахт составят 400 млн. т в углеродном эквиваленте (ММТС0_2Е). С целью снижения опасности взрывов метан удаляется из подземных шахт или до начала добычи угля, в ходе добычи или после ее окончания. Вместо того, чтобы выбрасывать метан в атмосферу, можно найти ему различное доходное при-

менение. Это может быть закачка метана в газопроводы, производство электроэнергии, добавление к топливу, используемому в котельных, обогрев районов, осушение угля и использование в качестве транспортного топлива.

3. Системы природного газа и нефти. Производство, переработка, транспортировка и распределение нефти и природного газа являются вторым по значению антропогенным источником метана по всему миру, поскольку ежегодно в атмосферу выбрасывается порядка 1200 млн. т метана в углеродном эквиваленте (ММТС0_2Е). Хотя природный газ является чистым источником энергии, 18 % всех мировых выбросов метана обязаны своим происхождением потерям метана в системах природного газа. В основном, эти выбросы происходят в ходе нормальной эксплуатации, планового ремонта и аварий, случающихся в данных системах. Существующие возможности сокращения выбросов метана включают совершенствование процедур и оборудования. Мероприятия по сокращению выбросов метана обычно подразделяются на три категории: 1) совершенствование технологии или оборудования, способствующее снижению или устранению выбросов из вентиляционных отверстий или случайных выбросов, 2) совершенствование практики управления и процедур эксплуатации, 3) применение передовых методов управления **с** использованием более совершенных технологий. Во всех этих случаях сокращение выбросов метана ведет к получению дополнительных объемов газа, поступающего на продажу или для потребления.

4. Мусорные свалки. Ежедневно во всем мире млн. тонн городских твердых отходов поступают на мусорные свалки. В депонированных ТБО в анаэробных условиях протекают процессы биодеструкции в результате жизнедеятельности микробиологических популяций, происходит образование свалочного газа. Он содержит 40 – 70% метана, 30–60 % диоксида углерода, в заметно меньших концентрациях содержатся сероводород, аммиак, оксид углерода, оксиды азота и примеси органического состава.

Метан является основным компонентом свалочного газа, поэтому выбросы метана в атмосферу делают его основным виновником возникновения «парникового эффекта». Во всем мире мусорные свалки являются третьим по величине антропогенным источником выбросов и составляют примерно 12 % глобальных выбросов метана, что составляет 750 млн. т в углеродном эквиваленте (ММТСO_2Е). На рисунке 3 показаны страны, в которых наблюдаются значительные выбросы метана с мусорных свалок.ъ

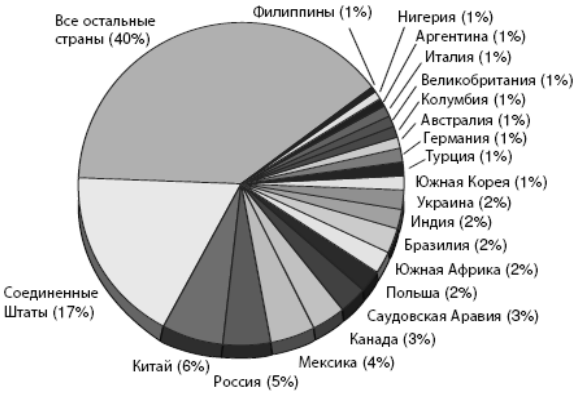


Рисунок 3 – Общий объем выбросов метана с мусорных свалок

Основными факторами, способствующими выделению свалочного газа, являются объемы органического материала, разлагающегося на мусорных свалках, тип организации мусорной свалки, степень анаэробного разложения и уровень регенерации и сжигания метана в свече на свалке.

Сбор свалочного газа из мусорных свалок производится при помощи ряда скважин и вакуумной системы, подающей собранный газ в место обработки (рисунок 4), откуда он поступает для применения в различных целях.

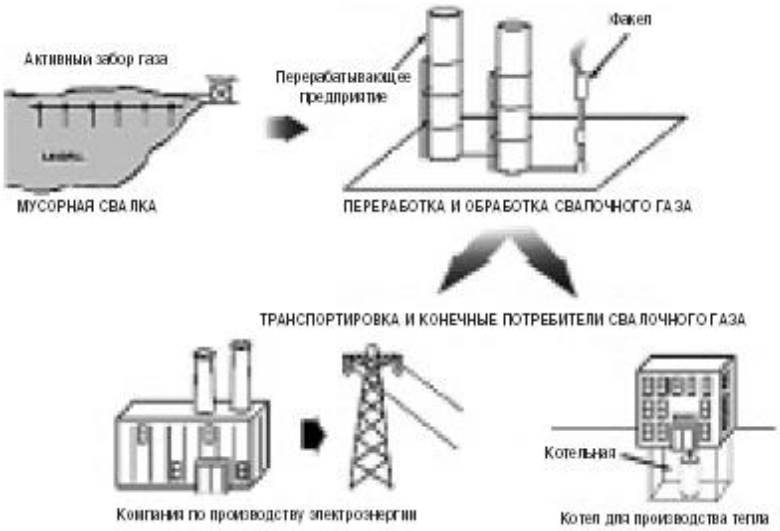


Рисунок 4 – Схема сбора и применения свалочного газа

Одним из вариантов применения свалочного газа является производство электроэнергии с использованием двигателей, турбин, микротурбин. Второй вариант - это переработка свалочного газа для изготовления альтернативного топлива для местных промышленных предприятий или других организаций, нуждающихся в постоянных поставках топлива. Непосредственное применение свалочного газа является надежным и требует минимальной переработки и незначительных модификаций имеющегося оборудования для сжигания. Третий вариант - это использование свалочного газа для производства газа газопроводного качества или альтернативного транспортного топлива.

В результате сокращения выбросов метана при улавливании свалочного газа и его применения в качестве энергоносителя можно добиться производства значительного количества энергии, а также положительных экономических и экологических результатов. Осуществление проектов по регенерации энергии свалочного газа способствует сокращению парниковых газов и загрязняющих воздух веществ, что положительно сказывается на качестве воздуха и снижает потенциальный риск для здоровья человека. Кроме того, проекты по свалочному газу снижают зависимость от отдельных энергоносителей, способствуют экономии, создают рабочие места и помогают развитию экономики на местах. В международном масштабе существуют значительные возможности для расширения применения энергии свалочного газа.

Для успешной разработки проектов по свалочному газу необходимо решить целый ряд вопросов. Как минимум, для успешного проекта требуется следующее:

– оценка потенциала регенерации свалочного газа на мусорных свалках, кандидатах для участия в проекте, и предварительное технико-экономическое обоснование;

– доступ на рынки капитала и предварительное технико-экономическое обоснование для рассмотрения вариантов конечного использования, а также обоснование программ для получения финансирования;

– определение структуры проекта (например, руководства, инженерной стороны дела и строительства);

– определение прав собственности на газ, заключение контрактов на реализацию энергии и получение лицензий и разрешений там, где они требуются.

Одним из важных вопросов при разработке проектов является вопрос о том, что открытые и неорганизованные мусорные свалки являются основным способом избавления от отходов во многих развивающихся странах. Эти площадки являются далеко не оптимальными кандидатами для регенерации энергии свалочного газа, поскольку они содержат лишь небольшое количество метана, возникающего в результате аэробного разложения и быстрого разложения отходов. Однако в настоящее время многие развивающиеся страны переходят от неконтролируемых свалок к использованию организованных мусорных свалок с захоронением отходов. Захоронение мусора является более экологически чистым вариантом для этих стран, однако, при этом выделяется больше метана. В процессе планирования Партнерство «Метан – на рынки» может помочь облегчить переход к технологии захоронения мусора, предоставив информацию об эффективной конструкции и организации свалок с захоронением мусора, а также информацию об организации сбора метана и о преимуществах его применения.

Для тех рынков, где имеются возможности реализации свалочного газа с организованных мусорных свалок, очень важно также решение вопроса о сведении к минимуму выбросов окидов азота в районах сжигания свалочного газа. Этот вопрос можно решить при достижении положительных результатов от сокращения и использования выбросов метана в глобальном масштабе.

Другим важным вопросом в деле жизнеспособности проектов по производству энергии свалочного газа как в промышленно развитых, так и в развивающихся странах является структура ценообразования на энергоноситель. Государственная политика в области энергетики и организации вывоза твердых отходов может или способствовать, или затруднить полезное использование свалочного газа. У потенциальных инвесторов всегда вызывает озабоченность нестабильность нормативного регулирования в стране. Например, разработчики проектов могут столкнуться с отличающимися, а иногда даже противоречащими друг другу законами на местном, региональном и национальном уровнях. Более того, отсутствие в некоторых странах нормативов, регулирующих мусорные свалки и энергетические проекты с использованием свалочного газа (например, отсутствие требований или стимулов для сбора и сжигания свалочного газа), может затруднить разработку проекта.

По мере того, как страны начинают вводить законы, нормативы и политику в целях совершенствования практики избавления от твердых отходов, стимулирования альтернативных источников энергии и устранения выбросов

парниковых газов, энергетические проекты с использованием свалочного газа будут становиться все более экономически жизнеспособными. Кроме того, для разработки проектов очень важно создание такого климата, при котором потенциальные инвесторы (частный сектор, международные банки развития и финансисты) будут чувствовать себя уверенно, зная о существовании технической и политической структуры, оказывающей поддержку энергетическим проектам с использованием свалочного газа.

Партнерство «Метан – на рынки» объединяет коллективные ресурсы и экспертные знания международного сообщества для решения технических и политических вопросов и поддержки энергетических проектов с использованием свалочного газа. На ранней стадии Партнерство может осуществлять следующие действия:

– помощь в наращивании организационных мощностей по удалению твердых отходов;

– выявление потенциальных свалочных ресурсов;

– выполнение начальных технико-экономических обоснований по производству газа;

– передача технологии с помощью организации демонстраций, обучения и семинаров;

– создание климата для надежных инвестиций.

Сбор и использование свалочного газа - это надежный и возобновляемый источник энергии, который, в основном, является пока еще нереализованной возможностью в области экологии и энергетики на тысячах и тысячах свалок по всему миру. Сотрудничество с Партнерами «Метан – на рынки» поможет создать такую ситуацию, когда все больше и больше свалочного газа будет поступать на энергетический рынок.

УДК 628.473

СООРУЖЕНИЕ ПОЛИГОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

КОВАЛЕНКО В.И.

Группа компаний «ТехПолимер»
г. Новосибирск

Типы полигонов захоронения.

Твердые бытовые отходы (ТБО) – это отходы, образующиеся в жилых и общественных зданиях, торговых, спортивных и других предприятиях, отходы от ремонта жилого фонда, а так же смёт опавшие листья с дворовых территорий

Полигоны промотходов – это комплексы природоохранных сооружений, предназначенные для складирования, изоляции и обезвреживания опасных отходов. Полигоны, как и полигоны ТБО, должны обеспечивать защиту от загрязнения поверхностных и грунтовых вод. атмосферу, почву.

Химотходы – это отходы химических производств, хим. сырье в виде веществ или смесей, которые являются опасными для окружающей среды и особенно для здоровья человека.

Изоляционные материалы «ТехПолимер» специально разработаны и ориентированы для использования при сооружении природоохранных сооружений. Создание качественных и недорогих систем изоляций с использованием геосинтетических материалов позволяет решить одну из важных проблем защиту (окружающей) природной среды. Строительство полигонов ТБО, ПО и полигонов химических отходов с использованием герметичных противофильтрационных экранов «ТехПолимер» позволяет решить ряд экологических проблем: исключить загрязнение почвы и грунтовых вод.

Несанкционированные свалки, отсутствие гидроизоляции, гидроизоляция из «глинистого экрана» все это ведет к загрязнению окружающей природной среды, грунтовых вод и водоемов. Предлагаемое решение компанией «ТехПолимер» гидроизоляция полигонов ТБО и ПО из геомембраны позволит избежать подобных ошибок. Технические характеристики геомембраны позволяют применять ее на объектах захоронения отходов вплоть до 1-2 класса опасности.

Конструктивные решения с применением геомембраны «ТехПолимер» по сравнению с традиционными решениями позволяют в разы сократить затраты на строительство и время на работы в целом.

Компания «ТехПолимер» помимо поставки и монтажу геомембраны предлагает услуги проектирования, тем самым, сопровождая ваш проект от проектирования до введения его в эксплуатацию.

Листы геомембраны «ТехПолимер» свариваются внахлест горячим воздухом под давлением с получением двойного шва шириной 150 мм и с созданием промежуточного канала для проверки качества сварного шва. Такая технология позволяет создать герметичный противофильтрационный экран.

УДК 628.474.76

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ СВАЛОЧНОГО ГАЗА С ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ Г. НОВОКУЗНЕЦКА

Зайцева Т.Н., Волынкина Е.П.

Сибирский государственный индустриальный университет г. Новокузнецк

Количество твердых бытовых отходов (ТБО) увеличивается из года в год во всем мире. В настоящее время масса ТБО, поступающая ежегодно в биосферу достигла почти геологического масштаба и составляет около 400 млн. т/год.

Складирование ТБО на усовершенствованных контролируемых полигонах является самым распространенным методом их обезвреживания, что в свою очередь сопровождается долговременными эмиссиями загрязняющих веществ и является потенциальным источником распространения биологических загрязнений в окружающей среде. В результате жизнедеятельности микробиологических популяций в анаэробных условиях, в толще складируемых отходов происходит трансформация органических веществ, приводящая к образованию 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 образование биогаза в среднем составляет 2 $м^3$ на 1т отходов в год. Основную объемную массу которого составляют метан (40 – 70 %) и диоксид углерода (30 – 60 %), 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. Необходимость его учета в настоящее время определяется и тем, что этот газ является составной частью национальной квоты веществ, влияющих на парниковый эффект и изменение озонового слоя планеты.

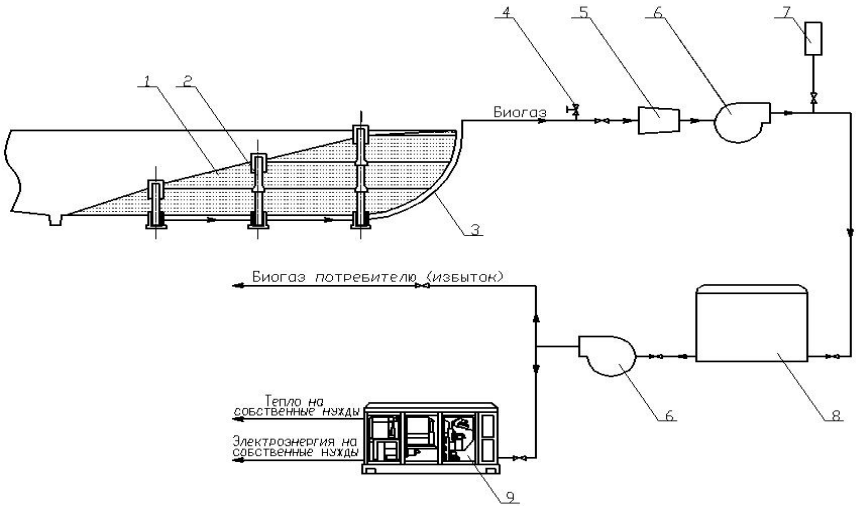
Одним из главных инструментов минимизации эмиссий биогаза на полигонах ТБО является дегазация. Извлеченный из свалочного тела биогаз из-за высокого содержания в нем метана, представляет интерес, прежде всего как альтернативный источник энергии. В связи с этим, целесообразно проектирование систем дегазации и организация извлечения метана на новых полигонах выполненных по проекту.

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. Полигон рассчитан на 75 лет. Поступающий на полигон мусор проходит несколько стадий: сортировку, прессование и затем складирование. Ручную сортировку мусора производят определенного морфологического состава (бумага, картон, пластмасса и полимеры различных видов, пластиковые бутылки, текстиль, стекло, резина, кости, лом черных и цветных металлов, керамика и др.). Данная сортировка позволяет извлечь до 30 % вторичного сырья. После отсортированные отходы направляются на сторонние предприятия малого бизнеса, которые занимаются переработкой вторсырья. Оставшиеся отходы попадают на участок складирования для последующего захоронения. Отходы складируются высотой слоя 2,2 м, изолируются слоем грунта 0,15 м. Для изоляционных

слоев уплотненных ТБО используется вынутый грунт из котлованов. Уплотнение изоляционного слоя осуществляется бульдозером Б-10М при двухкратном проходе.

Основным видом воздействия полигона на состояние воздушного бассейна является загрязнение атмосферного воздуха выбросами вредных веществ на период строительства и эксплуатации. В период эксплуатации полигона загрязнение атмосферы происходит за счет выбросов загрязняющих веществ от организованных и неорганизованных источников. Так же серьезными загрязнителями окружающей среды при эксплуатации полигона ТБО являются фильтрат и биогаз выделяющиеся из тела полигона.

В связи с этим для полигона разработана технологическая схема извлечения, подготовки и использования образующегося биогаза. Установка по извлечению и подготовки биогаза расположится на первой очереди складирования полигона. Для нее выделен участок площадью – 12 га на срок эксплуатации 15,5 лет, фактическая вместимость участка составляет 18 млн. м^3. Исходя из этих данных для дегазации полигона ТБО г. Новокузнецка, следует применять активную систему дегазации с наращиваемыми на высоту складирования отходов вертикальными скважинами. Для извлечения свалочного газа из тела полигона рассчитано использовать 18 вертикальных скважин, которые постепенно наращиваются по мере заполнения рабочей карты складирования, данная установка охватывает 11,52 га (95 %) территории. Наращивание скважин осуществляют после покрытия отходов изолирующим слоем грунта 0,15 м. Расположение скважин определяется расстоянием не менее 80 м друг от друга, это позволяет свободно маневрировать мусоровозам, бульдозерам и другой технике. Через два года складирования отходов их покрывают изолирующим слоем, который предотвращает подсос воздуха в систему. После проверки сети на герметичность включают вентиляторную установку и производят сбор биогаза. На рисунке 1 представлена схема установки извлечения и подготовки биогаза.



1 – отходы, 2 – скважина для сбора биогаза, 3 – магистральный газопровод, 4 – пробоотборник, 5 – конденсатоотводчик, 6 – вентилятор, 7 – свеча, 8 – газгольдер, 9 – когенератор

Рисунок 1 – Схема установки по извлечению и подготовки биогаза

Из скважин биогаз поступает в коллектор, затем в транспортирующий газопровод откуда биогаз поступает через вентиляторную установку в энергетическую. Вентилятором газ отбирается из скважин и закачивается в газгольдер низкого давления, где усредняется химический состав газа и улучшаются условия последующего горения. Газгольдер рассчитан для того, чтобы вмещать суточный объем вырабатываемого биогаза. Перед вентилятором установлен конденсатоотводчик служащий для отвода конденсата из газовой среды. Для создания избыточного давления в сети используется еще один вентилятор, который передает газ по газопроводу потребителю для утилизации. После удаления паров воды и усреднения химического состава он представляет собой горючий газ с низшей теплотой сгорания 17923,50 кДж/м^3. Производительность данной установки составляет 983,77 м^3/час (8617,81 тыс.м^3/год) в период максимального образования биогаза.

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 BIO. Пуск когенератора Tedom Quanto C1000 SP BIO возможен уже на пятый год работы установки по извлечению биогаза, т.к. его количества будет достаточно для работы устройства на 50% мощности. До этого времени биогаз будет подаваться на свечу для сжигания в факеле.

В таблице 1 представлены технические параметры когенерационной установки для четырех лет по достижению 100 % мощности.

Таблица 1 – Технические параметры когенерационной установки

Год работы установки	Расход биогаза, м3/час	Электрическая мощность, кВт	Тепловая мощность, кВт	Мощность работы установки, %
1	354,03	588,50	635,05	53,50
2	436,45	769,70	830,58	69,97
3	516,33	951,85	1027,13	86,53
4	591,89	1091,13	1177,43	99,19

Расход приведен для биогаза содержащего 50 % метана при нормальных условиях (0° С, 101,325 кПа).

При работе установки на 100 % мощности общий КПД по производству тепловой и электрической энергии составляет 88,4 %, расход извлекаемого биогаза составляет 591,89 м^3/час. Электрическая мощность вырабатываемая когенератором составляет 1091,13 кВт·час и тепловая – 1177,43 кВт·час.

Когенератор предполагается расположить на территории прилегающей к полигону. Для работы вне помещения когенерационная установка поставляется в контейнере, выполняющем функции кожуха, в котором оборудуется освещение, отопление и др. Контейнер имеет высокую антикоррозийную стойкость за счет цинкового покрытия их стальных листов и качественной окраски.

Схема утилизации биогаза с полигона в когенераторе представлена на рисунке 2.

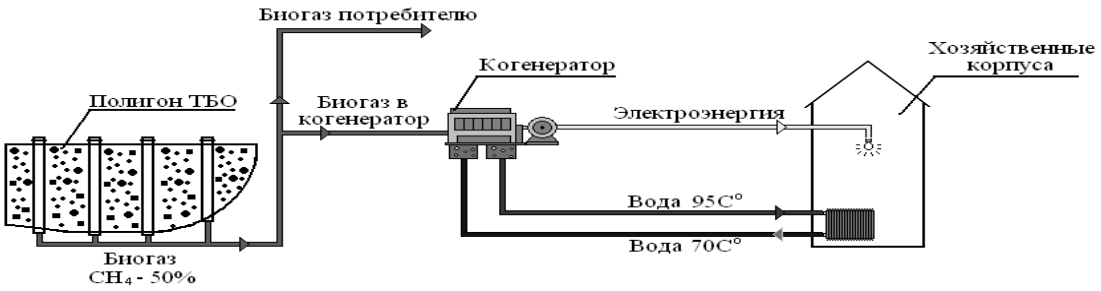


Рисунок 2 – Схема использования биогаза

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^3, что на 50% ниже стоимости природного газа, при капитальных затратах на установку по его извлечению 9,7 млн. руб. Суммарный экономический эффект равен 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 1000м до 500м и использована для застройки жилыми домами.

УДК 628.473/.474

КРАТКИЙ ОБЗОР ДОКЛАДОВ ТРЕНИНГОВОГО СЕМИНАРА «ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ БЕЗОПАСНОЕ ЗАХОРОНЕНИЕ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ И УТИЛИЗАЦИЯ БИОГАЗА»

Тренинговый семинар организован и проведен при поддержке международного партнерства «Метан на рынки» (M2M)

Докладчики: Сварупа Гангули, *Агентство по защите окружающей среды США* (EPA)
Скотт Месьер, *обладающий более, чем десятилетним опытом эксплуатации, мониторинга и технического обслуживания полигонов, а также систем сбора и контроля биогаза, SCS Engineers*

Извлечение и использование свалочного метана - необходимо для защиты окружающей среды в глобальном масштабе путем сокращения выбросов парниковых газов и во многих случаях может быть также интересно для бизнеса. В мире реализовано свыше 1 100 энергетических проектов по свалочному метану

и существуют тысячи аналогичных возможностей, которые еще не были использованы.

На тренинговом семинаре представлены основы экологически безопасного захоронения отходов, основы и проекты систем по сбору свалочного метансодержащего биогаза, направления его утилизации и проектное планирование, включая практический опыт реализации проектов, позволяющих извлекать энергетические ресурсы из отходов.

Семинар предназначен для владельцев или управляющих полигонами, представителей органов власти, проектировщиков и потенциальных инвесторов.

Цели и задачи семинара:

- Обзор существующей эксплуатационной практики полигонов ТБО и разработка практических рекомендаций по ее улучшению.
- Потенциальное улучшение состояния полигона и эффективности сбора биогаза.
- Обучение местного персонала современным приемам эксплуатации.

Лекция 1. Обзор программы «Метан на рынки».

Снижение выбросов метана – очень важное направление в борьбе с климатическими изменениями. Представлены данные о вкладе различных антропогенных источников в выбросы парниковых газов, включая метан, в мире, а также о вкладе отдельных государств в выбросы свалочного метана. Дан обзор деятельности международного партнерства «Метан на рынки» и четырех основных источников антропогенного метана: свалки и полигоны ТБО, отходы животноводства, угольные шахты, системы добычи нефти и газа. Обоснована экономическая выгода для разработчиков проектов по утилизации антропогенного метана. Представлены результаты проектов, реализованных M2M в разных странах мира, включая Россию.

Лекция 2. Основы проектирования и эксплуатации полигонов ТБО.

Представлены основы проектирования и эксплуатации современных санитарных полигонов ТБО и систем сбора свалочного биогаза. Дана характеристика нижнего и верхнего защитных слоев полигона и способов их контроля и технического обслуживания, представлены схемы действующих и закрытых полигонов ТБО, дана характеристика свалочного биогаза.

Лекция 3. Эксплуатационная практика и управление полигоном ТБО.

Представлена практика оперативного управления рабочим пространством полигона, организации разгрузочных площадок и выгрузки отходов, подъездных дорог, перемещения отходов на рабочую карту, способов наполнения карт, размещения транспортных средств, способов компактирования отходов и используемых для этого моделей оборудования.

Лекция 4. Изолирующие материалы – ежедневное покрытие и альтернативное покрытие.

Представлены способы ежедневного покрытия отходов в рабочих картах и используемые для этого материалы: типичный покрывной материал – грунт и

альтернативные материалы – измельченные отработанные автопокрышки, золошлаковые отходы, отходы от очистки сточных вод, мульча из древесных отходов, измельченные CD-диски, брезент.

Лекция 5. Контроль ливневых стоков и фильтрата.

Обоснована необходимость системы контроля притока ливневых вод, представлены методы и технологии организации системы отвода ливневых стоков с нерабочих карт полигона, технологии их сбора и накопления, дана характеристика фильтрата, представлены методы предотвращения его образования, технологии сбора и очистки фильтрата.

Лекция 6. Системы извлечения биогаза и их проектирование.

Представлены системы сбора и контроля свалочного биогаза. Дано описание используемого оборудования, включая вертикальные скважины, горизонтальные коллекторы, системы сбора конденсата, трубопроводы для транспортировки газа к потребителям, средства для измерения расхода и давления газа, скважины для мониторинга миграции биогаза за пределы полигона. Представлены примеры организации извлечения свалочного биогаза на полигонах Новой Зеландии, США, Перу, Чили. Приведено описание оборудования для сжигания биогаза на полигоне (открытые и закрытые свечи), систем для производства электроэнергии (двигатели, турбины). Приведены примеры использования свалочного биогаза. Представлены возможности получения дополнительных экономических выгод по механизму Киотского протокола.

Лекция 7. Проектное планирование биогазовой энергетики.

Дана характеристика потенциала полигонов ТБО как ресурса альтернативной энергии (тепловой и электрической) и факторов, влияющих на возможность и эффективность утилизации свалочного биогаза.

Лекция 8. Технологические предложения по утилизации свалочного биогаза.

Представлены технологические схемы современных полигонов ТБО и систем получения тепловой и электрической энергии на основе свалочного биогаза, используемое для этого оборудование. Приведены данные об экологической и экономической эффективности проектов по энергетическому использованию свалочного биогаза. Приведен перечень продукции, получаемой с использованием свалочного биогаза. Описаны примеры тепловых, электрических и комбинированных станций, использующих свалочный биогаз, в США, а также производств по получению дизельного топлива, метанола, этанола и др. продуктов

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ, ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ 5

ЗАДАЧИ И НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ОТРАСЛИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ
Мочалов С.П., Волынкина Е.П. 5

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАФЕДРЫ ТЕХНОГЕННЫХ И ВТОРИЧНЫХ РЕСУРСОВ СИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ИНДУСТРИАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА
Волынкина Е.П. 11

ПОДГОТОВКА КАДРОВ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
Демчук С.В., Самигулина Л.А. 20

МУНИЦИПАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ
Вахрушева Е.В., Савина И.Н. 24

ВОЗМОЖНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ
Михайлов А.В. 30

ЭКОНОМИКО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ МЕХАНИЗМ КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ПОДХОДА В СФЕРЕ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ
Фалькова Г.Н., Трапезникова И.С. 44

ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В УЛЬЯНОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Коритняк Р.М. 49

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ В РАЗДЕЛЕ «МЕРОПРИЯТИЯ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ» ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ
Донских Т. А. 61

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ОТХОДОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ В КУЗБАССЕ С УЧЕТОМ МИРОВОГО ОПЫТА
Еленцева Л.В., Волынкина Е.П. 67

К ПРОБЛЕМЕ УТИЛИЗАЦИИ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ
Мезенцева К.И., Тюменцева Е. К., Кузнецов Д. В. 71

ЛЮБИМОМУ ГОРОДУ – ЧИСТОТУ ЗАПОВЕДНИКА. ПРОБЛЕМЫ ФОРМИРОВАНИЯ ГРАЖДАНСКОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТИ В РАМКАХ ПРОВЕДЕНИЯ ОБЩЕРОССИЙСКОЙ АКЦИИ «ДНИ ЗАЩИТЫ ОТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ»
Гридаева Л.В. 76

ИСТОРИЯ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ ЗА РУБЕЖОМ
Баев Д.А. 79

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЛИТИКА В ГЕРМАНИИ
Потеряева Н.Б., Баев Д.А. 90

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ ГОУ ВПО «СибГИУ»

Долматова Е.Ю. 99

СТУДЕНЧЕСКИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ОТРЯД «ЭКОС» - БУДУЩИЕ ЭКОЛОГИ И ОТХОДОПЕРЕРАБОТЧИКИ
Микрюкова А.И. 108

ИССЛЕДОВАНИЯ ОТХОДОВ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА 113

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДСП: ВЫБРОСЫ ПЫЛИ
Симонян Л.М., Блинова С.А. 113

ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОЙ ПЫЛИ
Симонян Л.М., Хилько А.А. 125

ИЗУЧЕНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИРОДНЫХ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ
Журавлева Н.В., Потокина Р.Р. 131

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ОТХОДОВ
Иваныкина О.В., Журавлева Н.В. 140

РАЗВИТИЕ МЕТОДОЛОГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА ШЛАМОВ ГИДРООТВАЛА ОАО «ЗАПАДНО-СИБИРСКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ» И ЕГО СПЕЦИФИКА
Зоря В.Н., Извеков В.Н. 149

АНАЛИЗ ХИМИКО-МИНЕРАЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД
Потокина М.В., Сенкус В.В., Сенкус Вал.В. 155

ОЦЕНКА РИСКА ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ СМЕРТНОСТИ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ВЗВЕШЕННЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ ЗОЛООТВАЛА КРУПНОЙ ГРЭС ЮГА КУЗБАССА
Голиков Р.А., Олещенко А.М., Панаиотти Е.А., Суржиков Д.В., Климов П.В. 158

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЖИГАНИЯ ТОПЛИВА НА ОБРАЗОВАНИЕ ОКСИДОВ АЗОТА
Коротков С.Г., Чичик Е.Б. 161

УПРАВЛЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫМИ РИСКАМИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ
Ушаков А.Г., Брюханова Е.С., Ушаков Г.В. 167

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА
Башлыкова Т.В., Пахомова Г.А., Данильченко Л.М., Бабич И.Н., Гетман С.В., Чистяков Д.А. 172

ИССЛЕДОВАНИЕ АДСОРБЦИИ ИОНОВ КАДМИЯ ИЗ ВОДНЫХ РАСТВОРОВ ОТХОДОМПРОИЗВОДСТВА КАПРОЛАКТАМА
Соловьева Ю.В., Соловьев Н.В. 182

ВОЗДЕЙСТВИЕ ПЫЛИ НА ОРГАНИЗМ РАБОТНИКА И РАЦИОНАЛЬНЫЙ МЕТОД ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ
Иванов А. В. 184

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ 190

КУЗБАССКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПЕРЕРАБОТЧИКОВ ОТХОДОВ – ПЕРВЫЕ ОТХОДОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИЕ ПРЕДПРИЯТИЯ КУЗБАССА
Волынкина Е.П. 190

ХАРАКТЕРИСТИКА КОМПЛЕКСНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СИБГИУ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ И ТЕХНОГЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ
Мочалов С.П., Волынкина Е.П. 194

КОМПЛЕКСНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИИ И ДРУГИХ СОПРЯЖЕННЫХ ОТРАСЛЕЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ – ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ СТРАТЕГИЯ КУЗБАССА
Столбоушкин А.Ю., Павленко С.И. 198

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СОСТАВОВ ШЛАКО ОБРАЗУЮЩИХ СМЕСЕЙ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОЙ РАЗЛИВКИ СТАЛИ
Протопопов Е.В., Фейлер С.В., Ганзер Л.А. 206

ПРИМЕНЕНИЕ ЛЕГКОПЛАВКОГО СИНТЕТИЧЕСКОГО ФЛЮСА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ШЛАКОВЫМ РЕЖИМОМ КОНВЕРТЕРНОЙ ПЛАВКИ
Волынкина Е.П., Протопопов Е.В., Ганзер Л.А., Соколов В.В. 210

ТЕХНОЛОГИЯ АГЛОМЕРАЦИИ ДВУХСЛОЙНОЙ ШИХТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ ТВЁРДОГО ТОПЛИВА ОТХОДОВ КОКСОВОГО ЦЕХА
Одинцов А.А., Долинский В.А. 215

ТЕХНОЛОГИЯ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ГАЗООБРАЗНЫХ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТВЕРДЫХ ОТХОДОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА
Медведская О.О., Павлович Л.Б. 226

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОКАТЫШЕЙ 236

Павловец В.М., Иванов М.В., Павловец П.В. 236

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ЛЕЖАЛЫХ ХВОСТОВ КАЗСКОЙ ДОФ
Иванов П.Э. 242

РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ТЕХНОЛОГИЙ УТИЛИЗАЦИИ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ
Мурко В.И, Айнетдинов Х.Л. 246

О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ КАМЕННЫХ И БУРЫХ УГЛЕЙ В КАЧЕСТВЕ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ СНИЖЕНИЯ ОБЪЕМА ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ 257

Прошунин Ю.Е., Потурилов А.М. 257

ОПЫТ ПОЛУЧЕНИЯ И СЖИГАНИЯ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ УГОЛЬНЫХ ОТХОДОВ, ПОЛУЧЕННЫХ БЕЗ ДОБАВЛЕНИЯ СВЯЗУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ
Никишанин М.С., Нештукова О.А. 273

ПУТИ УТИЛИЗАЦИИ ТОНКОДИСПЕРСНЫХ УГОЛЬНЫХ ШЛАМОВ И КОНЦЕНТРАТОВ УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИК КУЗБАССА
Динельт В.М., Иванов В.П., Аникин А.Е. 281

СОРБЕНТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ ИЗ ОТХОДОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЕЙ И ДРЕВЕСИНЫ
Страхов В.М. 285

ПОЛУЧЕНИЕ ТОПЛИВНЫХ УГОЛЬНО-НАВОЗНЫХ БРИКЕТОВ
Мурко В.И., Волынкина Е.П.,Крылова Н.Ю., Аникин А.Е., Кравченко А.Е., Гусев Н.В., Шорохова А.В. 296

УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ «ЕВРАЗ КОКС СИБИРЬ»
Лупенко В.Г., Павлович Л.Б. 297

СПОСОБ БРИКЕТИРОВАНИЯ ИЛОВ И ШЛАМОВ СТОЧНЫХ ВОД

Сенкус В.В., Стефанюк Б.М., Потокина М.В., Сенкус Вас.В. 305

ЛИТЕРАТУРА ПО АНАЛИЗУ И ПРИМЕНЕНИЮ ВТОРИЧНЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ РЕСУРСОВ (ВМР) В СТРОЙИНДУСТРИИ
Панова В.Ф., Панов С.А. 311

ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА
Черепанов К.А., Мирошник А.И., Масловская З.А., Авдеева А.П. 318

ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ПОРИСТЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ЗОЛЬНОЙ МИКРОСФЕРЫ И НАНОДИСПЕРСНОЙ ВЯЖУЩЕЙ СУСПЕНЗИИ
Мирошник А.И., Черепанов К.А., Масловская З А., Авдеева А.П. 319

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕОБОГАЩЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ
Карпачева А.А. 322

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ КОРРЕКТИРУЮЩЕЙ ДОБАВКИ V_2O_5 НА СВОЙСТВА КЕРАМИЧЕСКИХ ДЕКОРАТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ЖЕЛЕЗОРУДНЫХ ОТХОДОВ
Иванов А.И., Дружинин С.В. 326

ГОРЕЛЫЕ ПОРОДЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ЦЕМЕНТНОГО КЛИНКЕРА
Плотникова Н.А. 333

НОВОЕ БЕСЦЕМЕНТНОЕ ВЯЖУЩЕЕ ИЗ ЗОЛ ТЕПЛОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
Луханин М.В. 338

ЗОЛОГАЗОБЕТОН С АРМИРУЮЩЕЙ ДОБАВКОЙ
Шарко Е.С. 344

РЕЗИНОВАЯ КРОШКА ИЗ АВТОПОКРЫШЕК ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ ИЗДЕЛИЙ
Коротыч Н.С. 350

ОСВОЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТЕНОВЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КАМНЕЙ
Коробейников А.П., Филин А.Н., Никитенко С.М., Стариков А.Л., Карпова А.И. 353

СОСТАВЫ И ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЛЕГКОГО БЕТОНА

ДЛЯ СТЕНОВЫХ КАМНЕЙ НА ОСНОВЕ КОТЕЛЬНОГО ШЛАКА И ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ ЖЕЛЕЗНОЙ РУДЫ
Коробейников А.П., Филин А.Н., Никитенко С.М., Стариков А.Л., Карпова А.И. 358

ТЕХНОГЕННЫЕ ОТХОДЫ ДЛЯ ДОРОЖНОГО БЕТОНА
Луханин М.В., Стеблюк А.Н. 365

ПЕРЕРАБОТКА ОТРАБОТАННЫХ МАСЕЛ В КУЗБАССЕ
Курочкин А.С., Курочкин С.А., Осадчий В.Л. 369

ОТХОДЫ – В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ
Кулагина Т.А.,Писарева Е.Н. 373

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ ПРИ УТИЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ И БЫТОВЫХ ОТХОДОВ
Черданцева Е.С. 382

АНАЭРОБНАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ ПТИЦЕФАБРИК РАЗЛИЧНОЙ ВЛАЖНОСТИ
Брюханова Е.С., Ушаков А.Г., Ушаков Г.В. 387

ТЕХНОЛОГИИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ, ИЗВЛЕЧЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ БИОГАЗА 395

СБОР И УТИЛИЗАЦИЯ БИОГАЗА НА СВАЛКАХ ТБО. УКРАИНСКИЙ ОПЫТ
Матвеев Ю.Б. 395

ОЧИСТКА ФИЛЬТРАТА ПОЛИГОНА ТБО г. НОВОКУЗНЕЦК
Функ А.И., Грауле Д. В., Лесовских А.Ю. 400

МЕЖДУНАРОДНОЕ ПАРТНЕРСТВО «МЕТАН – НА РЫНКИ» И ЕГО ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО СНИЖЕНИЮ ВЫБРОСОВ АНТРОПОГЕННОГО МЕТАНА
Волынкина Е.П., Зайцева Т.Н. 405

СООРУЖЕНИЕ ПОЛИГОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ГЕОСИНТЕТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ
Коваленко В.И. 412

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ И УТИЛИЗАЦИИ СВАЛОЧНОГО ГАЗА С ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ Г. НОВОКУЗНЕЦКА
Зайцева Т.Н., Волынкина Е.П. 413

КРАТКИЙ ОБЗОР ДОКЛАДОВ ТРЕНИНГОВОГО СЕМИНАРА «ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ БЕЗОПАСНОЕ ЗАХОРОНЕНИЕ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ И УТИЛИЗАЦИЯ БИОГАЗА» 417

УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ – ОСНОВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ В КУЗБАССЕ

Сборник докладов третьей Международной научно-практической конференции

Под общей редакцией Е.П. Волынкиной
Технический редактор С.Г. Коротков

Компьютерная верстка Т.Н. Зайцева

Подписано в печать 11.10.2010 Усл. печ.л. 24,97 Уч.-изд.л. 27,06 Бумага писчая Печать офсетная	Формат бумаги 60×84 1/16 Тираж 500 экз. Заказ № 756

«Сибирский государственный индустриальный университет»
654007, г. Новокузнецк, ул. Кирова, 42
Типография СибГИУ