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

Администрация 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 ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Сборник докладов
четвёртой Международной
научно-практической конференции

Новокузнецк
2012

УДК 658.567.1: 504.064
ББК 30.69

Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия промышленных регионов России: Сб. докладов четвёртой Международной научно-практической конференции. / Под ред. Е.П. Волынкиной: СибГИУ. – Новокузнецк, 2012. – 331 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., Ганзер Л.А.

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

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

© Сибирский государственный
индустриальный университет, 2012

Уважаемые участники IV международной научно-практической конференции «Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в промышленных регионах России»!

Сибирский государственный индустриальный университет рад вновь приветствовать специалистов всех уровней, занимающихся решением проблемы отходов – ученых вузов, руководителей региональных и местных органов власти, контролирующих организаций, специализированных отходоперерабатывающих предприятий, чтобы подвести итоги совместной работы за период после нашей последней конференции, представить новые разработки и выработать решения для последующего движения вперед.

Проблема отходов является острейшей экологической проблемой не только для Кузбасса, где сосредоточено более половины всех образующихся в России отходов, но и для других регионов России. Поэтому в этом году название конференции расширено – от Кузбасса до промышленных регионов России. К нам приехали специалисты из многих регионов – от соседних Новосибирской и Томской областей, Алтайского края до Краснодарского края и Калининградской области. В работе конференции также принимают участие наши зарубежные гости из США, Украины, Казахстана, Армении, которые представят свои разработки и обменяются опытом с российскими коллегами.

Наш университет не только готовит профессиональные кадры в сфере переработки отходов, но и выполняет ряд масштабных научно-исследовательских проектов, определяющих стратегию развития комплексной переработки отходов в Кемеровской области и России. Совместно с Администрацией Кемеровской области разработаны Концепция и комплексная целевая Программа «Обращение с отходами производства и потребления на территории Кемеровской области на 2011-2016 годы и на период до 2020 года», Программа развития инновационного территориального кластера «Комплексная переработка угля и техногенных отходов». Университет является ведущим разработчиком в России принципиально нового научно-технического направления по созданию энерготехнологических комплексов модульной структуры, обеспечивающих взаимосвязанные и комбинированные циклы производства тепловой и электрической энергии и широкого ассортимента химической, строительной и других видов продукции.

Уверен, что в результате совместной работы участников конференции будут выработаны новые конструктивные и перспективные направления, обеспечивающие переработку отходов и восстановления экологического равновесия в промышленных регионах России.

Я благодарю всех участников конференции, особенно приехавших к нам в Кузбасс из других регионов России и из-за рубежа, и желаю Вам успехов и эффективных результатов.

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

Уважаемые участники IV международной научно-практической конференции «Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в промышленных регионах России»!

В Основах государственной политики в области экологического развития Российской Федерации до 2030 года (утв. Президентом Российской Федерации от 30.04.2012) определена стратегическая цель и основные задачи государства в области охраны окружающей среды, в том числе обеспечения экологической безопасности в области обращения с отходами производства и потребления с учетом международного опыта.

Учитывая, что по объему образования отходов Кемеровская область занимает первое место в Сибирском Федеральном округе и Российской Федерации, то и проблема утилизации отходов в регионе стоит наиболее остро.

По итогам 2011 года на территории области образовалось 2 457 465 тыс. тонн отходов производства и потребления.

Около 98,0 % образования отходов в общем объеме составляют отходы предприятий по добыче полезных ископаемых (вскрышная порода) и только 2,0 % образования отходов приходится на остальные виды экономической деятельности, из которых наиболее значимые это твердые бытовые отходы.

Региональная политика в Кузбассе направлена на снижение образования отходов – промышленных и твердых бытовых отходов, сокращение количества несанкционированных свалок, обязательное обезвреживание особо опасных отходов и вовлечение их в переработку.

Губернатором Кемеровской области А.Г. Тулеевым поставлена задача создать в Кемеровской области новую отрасль – отходоперерабатывающую.

Малому и среднему бизнесу, деятельность которых ориентирована на переработку отходов, предоставлен целый ряд региональных льгот.

В регионе с 2008 года активно работает ОАО «Кузбасский технопарк» одним из основных направлений деятельности которого является разработка и внедрение технологий производства, использования и обработки новых функциональных и конструкционных материалов, вторичных энергоресурсов, отходов производства, энерго-, ресурсо- и материалосбережение.

С 2009 года в г. Новокузнецке организована и активно работает Кузбасская Ассоциация переработчиков отходов.

В настоящее время в Кузбассе перерабатываются десятки видов отходов – золошлаковые, металлургические, отходы углепереработки, древесные, отходы бумаги, пластмасс, отработанные шины, обезвреживаются ртутьсодержащие отходы. В ряде городов реализуются проекты по раздельному сбору и сортировке твердых бытовых отходов, в г. Новокузнецке открыт современный полигон ТБО, на закрытой свалке реализуется первый в Сибири проект по извлечению биогаза.

Для успешного развития новой отрасли промышленности по переработке отходов необходимы научные ресурсы и инвестиции, государственная поддержка, требуются профессионально подготовленные кадры и постоянная просветительская работа. Участие в конференции руководителей региональных и местных органов власти, ведущих ученых и специалистов в сфере переработки отходов из разных регионов России, США, Украины, преподавателей вузов и колледжей, бизнеса всех уровней, профессиональных объединений отходопереработчиков из разных регионов России, позволит найти новые решения и возможности для дальнейшего развития отрасли по переработке отходов на территории Кемеровской области.

От лица Губернатора и Коллегии Администрации Кемеровской области желаю всем участникам конференции интересной и плодотворной работы.

Заместитель Губернатора Кемеровской области по природным ресурсам и экологии

Н.Ю. Вашлаева

Уважаемые участники IV международной научно-практической конференции «Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в промышленных регионах России»!

В четвертый раз Кузбасс собирает представителей государственной власти, органов экологического контроля и надзора, науки, образования, бизнеса всех уровней – от малого до крупного – на площадке Сибирского государственного индустриального университета, чтобы обсудить все аспекты проблем, связанных с отходами. В этот раз тематика конференции охватывает не только проблемы нашего региона, но и других промышленных регионов России.

Опыт предыдущих конференций показал, что наши совместные усилия позволяют не только выявить наиболее острые проблемы в этой области, но и разработать эффективные пути их конструктивного решения. Если на первой конференции в 2005 г. в большей степени обсуждались только научные и экологические аспекты обращения с отходами, то на второй – в 2008 г. участниками конференции была принята резолюция, в которой были сформулированы конкретные задачи науки, образования, бизнеса, органов законодательной и исполнительной власти. Эта резолюция послужила основанием для принятия решения о создании в Кузбассе новой отходоперерабатывающей отрасли. Конференция послужила толчком для создания Кузбасской Ассоциации переработчиков отходов. На третьей конференции в 2010 г. мы обсуждали возможные меры государственной поддержки отходоперерабатывающих предприятий, в том числе были разработаны предложения по изменению федерального и регионального законодательства, стимулирующего вовлечение отходов в переработку. На основании предложений участников конференции было подготовлено специальное распоряжение Губернатора Кемеровской области «О мерах по совершенствованию деятельности в сфере обращения с отходами производства и потребления на территории Кемеровской области», в Областном Совете народных депутатов были организованы депутатские слушания, после которых был принят закон «О налоговых льготах организациям, осуществляющим деятельность по переработке отходов на территории Кемеровской области».

Представленные на конференции разработки ученых и инвестиционные проекты бизнеса стали основой разработанной в 2011 г. комплексной инвестиционной программа «Обращение с отходами производства и потребления на территории Кемеровской области на 2011-2016 гг. и на период до 2020 г.». В 2011 г. «обработка вторичного сырья» включена в перечень приоритетных видов деятельности, по которым осуществляется государственная поддержка, а это значит предоставление льготных кредитов, субсидирование производственных затрат, грантовая поддержка начинающих предпринимателей, льготы по аренде муниципального и государственного имущества. Нами разработан механизм взаимодействия переработчиков промышленных отходов с их собственниками – крупными промышленными предприятиями.

Результатом всех этих мер стало увеличение количества отходоперерабатывающих предприятий, переработка ими отходов достигла 200 000 т, из них было произведено 170 000 т новых видов продукции, трудоустроено более 700 человек.

Сегодня к нам приехали отходопереработчики из других регионов России, чтобы обменяться опытом и выработать новые предложения, которые позволят двигаться дальше. Желаю всем участникам конференции интересной и успешной работы.

Заместитель Губернатора Кемеровской области
по промышленности, транспорту и
предпринимательству С.Н. Кузнецов

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ, ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ

УДК 349.6

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ С УЧЕТОМ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА

Волынкина Е.П., Кузнецов С.Н., Панэ А.П.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Администрация Кемеровской области
г. Кемерово

В настоящее время в России начата реформа природоохранного законодательства. В ГосДуме находится на рассмотрении целый ряд законопроектов, многие из которых уже прошли первое чтение: № 584587-5 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования нормирования в области охраны окружающей среды и введения мер экономического стимулирования хозяйствующих субъектов для внедрения наилучших технологий; № 575414-5 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования законодательства в области охраны окружающей среды и мер экономического стимулирования хозяйствующих субъектов»; № 584399-5 «О внесении изменений в Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" и другие законодательные акты Российской Федерации в части экономического стимулирования деятельности в области обращения с отходами»; № 494290-5 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в целях упорядочения обращения с медицинскими отходами»; № 604384-5 «О внесении изменений в статью 6 Федерального закона "Об охране окружающей среды" и статью 6 Федерального закона "Об отходах производства и потребления" и др.2013 год объявлен в России Годом охраны окружающей среды.

Вероятно, новое природоохранное законодательство в области обращения с отходами будет строиться на принципах утвержденных 30 апреля 2012 г. «Основ государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года»:

а) предупреждение и сокращение образования отходов, их вовлечение в повторный хозяйственный оборот посредством максимально полного использования исходного сырья и материалов, предотвращения образования отходов в источнике их образования, сокращения объёмов образования и снижения уровня опасности отходов, использования образовавшихся отходов путём переработки, регенерации, рекуперации, рециклинга;

б) внедрение и применение малоотходных и ресурсосберегающих технологий и оборудования;

в) создание и развитие инфраструктуры экологически безопасного удаления отходов, их обезвреживания и размещения;

г) поэтапное введение запрета на захоронение отходов, не прошедших сортировку, механическую и химическую обработку, а также отходов, которые могут быть использованы в качестве вторичного сырья (металлолом, бумага, стеклянная и пластиковая тара, автомобильные шины и аккумуляторы и другие);

д) установление ответственности производителей за экологически безопасное удаление произведённой ими продукции, представленной готовыми изделиями, утратившими свои потребительские свойства, а также связанной с ними упаковки;

е) обеспечение экологической безопасности при хранении и захоронении отходов и проведение работ по экологическому восстановлению территорий объектов размещения отходов после завершения эксплуатации указанных объектов;

ж) стимулирование деятельности по сбору, сортировке и использованию отходов в качестве вторичного сырья и энергоносителей.

Подготовленные законопроекты во многом базируются на принятых на международном уровне законодательных принципах в области охраны окружающей среды и обращения с отходами. Адаптация международного природоохранного права на национальном уровне требуется и международными документами, ратифицированными в России.

В настоящее время в России основным законодательным документом, регулирующим обращение с отходами, является Федеральный закон № 89 от 10.06.98г. «Об отходах производства и потребления», который за прошедшие годы редактировался 15 раз, что говорит о его несовершенстве. Кроме этого, существует еще один закон, касающийся отходов – № 49-ФЗ от 25.11. 1994 «О ратификации Базельской конвенции о контролеза трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением", а также ряд Постановлений Правительства и Приказов отвечающих за обращение с отходами министерств и ведомств.

Наиболее гармонизированным и отвечающим современным международным требованиям является природоохранное законодательство ЕС. Проведенное в таблице 1 сопоставление действующего законодательства в России и странах ЕС в сфере обращения с отходами позволяет выявить необходимые изменения в российском законодательстве.

Таблица 1 – Сопоставление законов РФ и стран ЕС в сфере обращения с отходами

Законы и законодательные акты ЕС	Законы и законодательные акты РФ
Рамочная Директива по отходам 75/442/ЕЕС от 15.07.1975г., переиздана в 2006 г. обобращении с отходами	Закон РФ № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления» от 10.06.98
Директива Совета по опасным отходам 91/689/ЕЕС от 12 декабря 1991 г.	Нет
Директива Европейского Парламента и Совета 2003/4/ЕС от 28.01.2003 «Об открытом доступе к экологической информации»	Нет
Директива Совета 96/61/ЕС от 24.09.1996 г .«О комплексном предотвращении и контроле загрязнений»	Нет
Правила 259/93 «Надзор и контроль за перемещением отходов»;Постановление Европарламента и Совета (ЕС) № 1013/2006 от 14 июня 2006 г. по транспортировке отходов	Постановление Правительства РФ «О государственном регулировании и контроле трансграничных перевозок опасных отходов» № 766 от 01.06.96.
Директива 75/439/ЕЕС от 16.06.1975 по утилизации отработанных масел и нефтепродуктов	«Временное положение об организации сбора ирационального использования отработанных нефтепродуктов» Минэнерго России от 28.04.94
Директива 78/176/ЕЕС от 20.02.1978 по отходам производства диоксида титана	Нет
Директива Совета 82/883/ЕЕС от 3.12.1982 «О процедурах наблюдения и контроля окружающей среды, затрагиваемой отходами промышленности по производству диоксида титана»	Нет
Директива Совета 86/278/ЕЭС от 12.06.1986 «О защите окружающей среды и, в особенности почв, при использовании в сельском хозяйстве осадков сточных вод»	Нет
Директива Европарламента и Совета 94/62/ЕС от 20.12. 1994 г. по упаковочным материалам и отходам	Нет
Директива Совета 96/59/ЕС от 16.09.1996 г. «О размещении полихлорированныхбифенилов и полихлорированныхтрифенилов (ПХБ/ПХТ)»	Нет
Директива Европарламента и Совета 2000/53/ЕС от 18.09. 2000 г. «Об отработавших транспортных средствах»;Директива Европейского Парламента и Совета 2005/64/ЕС от 26.10.2005 «Об одобрении типов транспортных средств относительно возможности их повторного использования, способности к вторичной переработке и утилизации»	ФЗ № 128 от 28.07.2012г. «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» и статью 51 Бюджетного кодекса РФ»
Директива Европарламента и Совета 2002/96/ЕС от 27.01.2003 г. «Об отработавшем электрическом и электронном оборудовании (WEEE)»	Нет
Директива 91/157/ЕЕС от 18.03.1991 по батареям и аккумуляторам, содержащим опасные вещества;Директива Европейского Парламента и Совета 2006/66/ЕС от 6.09.2006 «Об отработавших аккумуляторах, батареях и других химических источниках тока»	Нет
Директива Европарламента и Совета 2006/21/ЕС от 15.03. 2006 г. «Об управлении отходами горнодобывающей промышленности»	Нет
Директива Совета 1999/31/ЕС от 26.04.1999 г. «О захоронении отходов на полигонах»	Санитарные правила СП 2.1.7.1038-01 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов»
Директива 89/469/ЕЕС и 89/369/ЕЕС «Сжигание муниципальных отходов»;Директива Совета и Европарламента 2000/76/ЕС от 4.12. 2000 г. о сжигании отходов;Директива Европейского Парламента и Совета 2001/80/ЕС от 23.10.2001 г .«Об ограничении выбросов некоторых загрязняющих веществ в атмосферу из крупных сжигательных установок»	Нет

Как видно из таблицы, в российском законодательстве не только недостаточно отражены международные нормы, но и практически полностью отсутствует целый ряд необходимых нормативных документов. Нами выполнен анализ механизмов, регулирующих обращение с отходами в ЕС, США, Японии и России, проанализированы планируемые изменения российского законодательства и выявлены необходимые изменения, которые еще предстоит сделать (таблица 2).

Таблица 2 – Сравнительный анализ механизмов международного и российского законодательства в сфере обращения с отходами

Международное законодательство	Действующее российское законодательство	Планируемые изменения в российском законодательстве	Необходимые изменения в российском законодательстве
Иерархия управления отходами[3] Производство отходов должно быть предотвращено; отходы должны перерабатываться там, где производятся; если это невозможно, то их размещение осуществляется без вреда на окружающую среду	Нет Частично отражено в[1]	Ввести для промышленных предприятий перечень экологических требований, которые предприятия должны выполнять, чтобы получить разрешение на свою деятельность. Предприятия: а) предпринимают все необходимые предупредительные меры по предотвращению загрязнения окружающей среды, в частности путем применения лучших существующих технологий; б) не производят значительного загрязнения окружающей среды; в) предотвращают образование отходов; г) перерабатывают отходы или, если это невозможно по техническим или экономическим причинам, утилизируют с минимальным ущербом для окружающей среды[2]	
Обязанность уполномоченных органов или собственников отходов разрабатывать планы управления отходами[3,4]	Нет	Определение в программах социально-экономического развития субъекта РФ прогнозных показателей и мероприятий по сокращению количества ТБО, направляемых на захоронение. Включение в региональные программы в области обращения с отходами, и периодическое обновление (не реже одного раза в 5 лет) баланса количественных характеристик образования, использования, обезвреживания и размещения отходов на территории соответствующего субъекта Российской Федерации[2]	Ввести обязанность собственников отходов разрабатывать планы управления отходами
Принцип «Платит загрязнитель» - затраты на уничтожение отходов должны оплачиваться их собственником, пользующимся услугами сбора или уничтожения отходов; и/или предыдущим собственником или производителем, ставшим источником отходов[3]	Плата за размещение отходов [20]	Установление ответственности производителей за экологически безопасное удаление произведенной ими продукции, представленной готовыми изделиями, утратившими свои потребительские свойства, а также связанной с ними упаковки[2]	Ввести систему всеобщей ответственности за организацию сбора и переработки отходов, возложив эту ответственность на хозяйствующих субъектов как собственников отходов производства, физических лиц как собственников образующихся у них бытовых отходов, органы муниципального управления как на субъектов хозяйственной деятельности, организующих сбор, вывоз, переработ-

Продолжение таблицы 2

Международное законодательство	Действующее российское законодательство	Планируемые изменения в российском законодательстве	Необходимые изменения в российском законодательстве
			ку и захоронение отходов. Государство оплачивает лишь ту часть средств, которую нельзя собрать с малоимущего населения.
Обязательные разрешительные процедуры для заводов по переработке отходов[3]	Лицензирование деятельности по обезвреживанию и размещению отходов[20]. Государственная экспертиза проектной документации предприятий и сооружений, эксплуатация которых связана с обращением с отходам[20].		
Обеспечение необходимой инфраструктуры путем создания комплексной сети утилизации отходов, основанной на принципе близости и самодостаточности[3]	Нет Отражено в[1] «Ввести в законодательную базу: создание и развитие инфраструктуры экологически безопасного удаления отходов, их обезвреживания и размещения»	Нет	Ввести создание и развитие инфраструктуры экологически безопасного удаления отходов, их обезвреживания и размещения,основанной на принципе близости и самодостаточности
Запрещение несанкционированного складирования, захоронения и утилизации отходов[3]	Запрещается размещение отходов на объектах, не внесенных в государственный реестр объектов размещения отходов [2]	Планируется убрать, государственный реестр сделать только информационным[2]	Запретить несанкционированное складирование, захоронение и утилизацию отходов
Экономическое поощрение системы сбора и переработки отходов на национальном уровне: государственное субсидирование затрат перерабатывающих предприятий, система налоговых льгот, система госзакупок ВМР.	Экономическое стимулирование деятельности в области обращения с отходами осуществляется посредством: понижения размера платы за размещение отходов при внедрении технологий, обеспечивающих уменьшение количества отходов; применения ускоренной амортизации основных производственных фондов, связанных с осуществлением деятельности в области обращения с отходами[2]	Льготы отходоперерабатывающим предприятиям[2]: - налог на имущество, используемое для сбора, использования и обезвреживания отходов - земельный налог, в отношении участков, используемых для деятельности по сбору, использованию и обезвреживанию отходов, сроком на 5 лет (*убрано из последнего варианта*) - преимущество при размещении государственных и муниципальных заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг (*убрано из последнего варианта)*	Введение системы экономического стимулирования переработки отходов: субсидирование затрат, введение льготы по налогу на прибыль, инвестируемую в создание производств по переработке ВМР или в техническое перевооружение в этой области; льготы по налогу на землю; льготы по арендной плате за производственные помещения для предприятий, осуществляющих сбор и переработку вторичного сырья; льготы по тарифам на железнодорожные перевозки мгоготоннажных видов отходов, предназначенных для использования в качестве вторичного сырья, система «зеленые закупки».
Ограничение использования природных ресурсов в регионах при наличии техногенных заменителей (США)	Нет	Нет	Ограничить использование природных ресурсов в регионах при наличии техногенных заменителей.
Установлены критерии опасности отходов и каталог опасных отходов[4]	Установлены критерии и классы опасности отходов[1], разработан	Нет	Привести критерии опасности отходов и ФККО в соответствие с международным законодательст-

Продолжение таблицы 2

Международное законодательство	Действующее российское законодательство	Планируемые изменения в российском законодательстве	Необходимые изменения в российском законодательстве
	ФККО, не соответствующий Базельской конвенции		вом (Базельская конвенция)
Запрет на смешивание опасных отходов[4]	Нет	Нет	Установить запрет на смешивание определенных видов опасных отходов между собой, а также на смешивание с неопасными отходами. Опасные отходы не могут быть смешаны с целью разбавления их опасных свойств. Разрешение на смешивание отходов может быть выдано только в исключительных случаях, при условии, что такое смешение экологически целесообразно, и особенно, если оно служит улучшению безопасности во время уничтожения или восстановления отходов.
Установлена структура статистического наблюдения в области образования, утилизации и размещения отходов[5]	Нормирование, государственный учет и отчетность для всех видов отходов[20]		
Предпринимать все надлежащие профилактические действия, направленные на борьбу с загрязнениями ОС, в частности путем применения лучших из имеющихся технологий[6]	Для объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, относящихся к областям применения наилучших доступных технологий, устанавливаются технологические нормативы выбросов, сбросов и образования отходов, которые разрабатываются на основании технологических показателей, не превышающих технологические показатели наилучших доступных технологий, и устанавливаютсякомплексным разрешением на негативное воздействие на окружающую среду [21]		
Установлены ограничения по транспортировке отходов внутри ЕС, а также трансграничного перемещения отходов (в соответствии с Базельской конвенцией)[7]	Установлены правила трансграничного перемещения отходов [20]	Нет	Установить правила и ограничения по транспортировке отходов внутри РФ
Установлены требования и правила утилизации отработанных масел и других нефтепродуктов (регенерация является приоритетным способом, если позволяют технические, экономические и организационные условия)[9]	Нет	Нет	Установить требования и правила утилизации отработанных масел и других нефтепродуктов
Обязанность стран ЕС обеспечить уменьшение количества упаковочных отходов,	Нет	Юридические лица и индивидуальные предприниматели – производители и продавцы	Ввести обязательства РФ по обеспечению уменьшения количества упаковочных отходов (напри-

Продолжение таблицы 2

Международное законодательство	Действующее российское законодательство	Планируемые изменения в российском законодательстве	Необходимые изменения в российском законодательстве
содействовать системам повторного использования тех упаковочных материалов, которые могут быть повторно использованы экологически безопасным способом, установление квот и конкретных целей по восстановлению/переработке упаковочных отходов, стимулирование повторного использования и переработки, обязательное включение в Планы управления отходами отдельного раздела по обращению с отходами тары и упаковки, система внесения залога за возвратную тару и упаковку[10]		тары, пригодной для многоразового использования (продукции в таре, представленной стеклянными, полиэтиленовыми бутылками и банками и пригодной для многоразового использования), обязаны обеспечивать на территории субъекта РФ, на которой они осуществляют свою хозяйственную деятельность, прием тары, возвращаемой для многоразового использования, и оплату ее залоговой цены [2].	мер, путем ограничения упаковывания потребительских товаров и отказа от пластиковой упаковки), содействию системам повторного использования тех упаковочных материалов, которые могут быть повторно использованы экологически безопасным способом, установить конкретные цели по восстановлению/переработке упаковочных отходов, стимулирование повторного использования и переработки, ввести обязательное включение в Планы управления отходами отдельного раздела по обращению с отходами тары и упаковки, система внесения залога за возвратную тару и упаковку
Требование разработки планов по очистке и утилизации оборудования и содержащихся в нем ПХБ-масел, система их сбора и последующей утилизации[11]	Нет	Нет	Ввести в законодательство требование разработки планов по очистке и утилизации оборудования и содержащихся в нем ПХБ-масел, разработать государственную систему их сбора и последующей утилизации
Требование экологической маркировки продукции и товаров с целью их идентификации и продвижения продукции и товаров, оказывающих меньшее воздействие на ОС по сравнению с другими товарами в той же товарной группе[12]	Нет	Нет	Ввести обязательность экологической маркировки продукции и товаров
Установлено требование создания **бесплатной** системы возврата отработавших транспортных средств, требования по сбору, повторному использованию и переработке деталей отработавших транспортных средств, обеспечения использования деталей, насколько это технически возможно, создание адекватного количества пунктов приема на всех территориях, установление конкретных обязательств по степени повторного использования и переработки отходов отработавших транспортных средств[13]	Введен утилизационный сбор на автомобили. Затраты организаций и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих деятельность по обращению с отходами, образовавшимися в результате утраты колесными транспортными средствами, в отношении которых уплачен утилизационный сбор, своих потребительских свойств и выбытия колесных транспортных средств из эксплуатации, компенсируются за счет средств федерального бюджета[8].		Установить требования по сбору, повторному использованию и переработке деталей отработавших транспортных средств, обеспечения использования деталей, насколько это технически возможно, создание адекватного количества пунктов приема на всех территориях, конкретные обязательства по степени повторного использования и переработки отходов отработавших транспортных средств
Установлены ограничение использования опасных веществ в электрическом и	Нет	Нет	Установить требования раздельного сбора отработавшего электрического и электронного оборудо-

Продолжение таблицы 2

Международное законодательство	Действующее российское законодательство	Планируемые изменения в российском законодательстве	Необходимые изменения в российском законодательстве
электронном оборудовании, требования обеспечить раздельный сбор отработавшего электрического и электронного оборудования, минимизировать его выброс в смеси с несортированными городскими отходами, требование для производителей создать системы сбора и переработки, обязанность производителей или дистрибьютеров принимать старое оборудование бесплатно, установлены конкретные цели по минимальной доле переработки крупногабаритных бытовых приборов, компьютеров и телекоммуникационного оборудования и бытовой техники, мелкой бытовой техники, электронных игрушек, инструментов мониторинга и контроля[14]			вания, минимизации его выброса в смеси с несортированными городскими отходами, требование для производителей создать системы сбора и переработки, обязанность производителей или дистрибьютеров принимать старое оборудование бесплатно, установить конкретные цели по минимальной доле переработки крупногабаритных бытовых приборов, компьютеров и телекоммуникационного оборудования и бытовой техники, мелкой бытовой техники, электронных игрушек, инструментов мониторинга и контроля
Установлены требования по разработке программ, обеспечивающих снижение содержания тяжелых металлов в батареях и аккумуляторах и продвижения рынка для батарей и аккумуляторов, содержащих меньшее количество опасных веществ, которые должны пересматриваться и обновляться не менее, чем через 4 года с учетом технического прогресса и экономической и экологической ситуации, запрещение размещения на рынке батарей и аккумуляторов с определенным содержанием ртути или кадмия, установление правил для их сбора, утилизации и конечного размещения, содействие проведению исследований, направленных на снижение содержания опасных веществ и предпочтительность использования неопасных веществ в батареях и аккумуляторах и исследований методов их рециклинга и специальной утилизации[15]	Нет	Нет	Установить требования по разработке программ, обеспечивающих снижение содержания тяжелых металлов в батареях и аккумуляторах и продвижения рынка для батарей и аккумуляторов, содержащих меньшее количество опасных веществ, запрещение размещения на рынке батарей и аккумуляторов с определенным содержанием ртути или кадмия, установить правила для их сбора, утилизации и конечного размещения, содействовать проведению исследований, направленных на снижение содержания опасных веществ и предпочтительность использования неопасных веществ в батареях и аккумуляторах и исследований методов их рециклинга и специальной утилизации
Установлены требования по предотвращению или минимизации любых негативных воздействий на ОС и здоровье человека в результате обращения с отходами промышленности горнорудного комплекса, таких как	Общие требования: На территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду собственники объектов разме-	Специальных требований для отходов промышленности горнорудного комплекса нет	Установить требования по предотвращению или минимизации любых негативных воздействий на ОС и здоровье человека в результате обращения с отходами промышленности горнорудного комплекса, таких как хвосты горно-обогатительных

Продолжение таблицы 2

Международное законодательство	Действующее российское законодательство	Планируемые изменения в российском законодательстве	Необходимые изменения в российском законодательстве
хвосты горно-обогатительных комбинатов; по разработке Планов управления такими отходами, которые подлежат пересмотру каждые 5 лет, установлены специальные требования для компетентных органов инспектировать сооружения по размещению таких отходов с регулярными интервалами, в том числе и после закрытия, и обязанность собственников вести постоянный учет всех операций по управлению отходами и предоставлять их инспекторам компетентного органа[16]	щения отходов, а также лица, во владении или в пользовании которых находятся объекты размещения отходов, обязаны проводить мониторинг состояния окружающей среды в порядке, установленном федеральными органами исполнительной власти в области обращения с отходами в соответствии со своей компетенцией. Собственники объектов размещения отходов, а также лица, во владении или в пользовании которых находятся объекты размещения отходов, после окончания эксплуатации данных объектов обязаны проводить контроль за их состоянием и воздействием на окружающую среду и работы по восстановлению нарушенных земель в порядке, установленном законодательством РФ[20]		комбинатов; по разработке Планов управления такими отходами, которые подлежат пересмотру каждые 5 лет, установить специальные требования для компетентных органов инспектировать сооружения по размещению таких отходов с регулярными интервалами, в том числе и после закрытия, и обязанность собственников вести постоянный учет всех операций по управлению отходами и предоставлять их инспекторам компетентного органа
Установлена высокая ответственность промышленности в отношении управления рисками, возникающими в результате использования химических веществ и материалов, обязанность промышленных предприятий предоставлять информацию об их безопасности; обязанность изготовителей и импортеров обеспечивать сбор информации о свойствах применяемых ими химических веществ, осуществлять их безопасную обработку и регистрировать информацию в центральной базе данных, которую ведет Европейское Химическое Агентство (ECHA) в Хельсинки[17]	Нет	Нет	Установить ответственность промышленных предприятий в отношении управления рисками, возникающими в результате использования химических веществ и материалов, обязанность промышленных предприятий предоставлять информацию об их безопасности; обязанность изготовителей и импортеров обеспечивать сбор информации о свойствах применяемых ими химических веществ, осуществлять их безопасную обработку и регистрировать информацию в центральной базе данных
Установлены жесткие требования для захоронения отходов на полигонах для предотвращения и максимально возможного уменьшения воздействий на ОС; при несоблюдении требований полигоны должны	Создание объектов размещения отходов осуществляется на основании разрешений, выданных федеральными органами исполнительной власти	Отмена платы за размещение отходов при их размещении в объектах, обеспечивающих исключение негативное воздействия на окружающую среду[2].	Установить требование субъектам РФ разработать региональные стратегии по снижению количества биоразлагаемых отходов, направляемых на захоронение;установить виды воздействия полигонов на ОС(выбросы метана как парникового газа, об-

Продолжение таблицы 2

Международное законодательство	Действующее российское законодательство	Планируемые изменения в российском законодательстве	Необходимые изменения в российском законодательстве
быть закрыты, разработаны национальные стратегии и конкретные цели по снижению количества биоразлагаемых отходов, включающие меры по переработке, компостированию, производству биогаза или материалов/энергии из биоразлагаемых отходов), установлен запрет на захоронение бумаги и картона, органических отходов и упаковки,установлены требования по лицензированию, техническому обслуживанию, закрытию и последующему обслуживанию полигонов; определены виды воздействия полигонов на ОС (выбросы метана как парникового газа, образование фильтрата, запахи и пр.); **высокие налоги на захоронение перерабатываемых и горючих отходов**[18]	На территориях объектов размещения отходов и в пределах их воздействия на окружающую среду собственники объектов размещения отходов, а также лица, во владении или в пользовании которых находятся объекты размещения отходов, обязаны проводить мониторинг состояния окружающей среды Собственники объектов размещения отходов, а также лица, во владении или в пользовании которых находятся объекты размещения отходов, после окончания эксплуатации данных объектов обязаны проводить контроль за их состоянием и воздействием на окружающую среду и работы по восстановлению нарушенных земель[2]	Запрещение с 2017г. захоронения отходов, подлежащих вовлечению в хозяйственный оборот в качестве ВМР. Перечень отходов, захоронение которых запрещается, устанавливается Правительством РФ *(убрано из последнего варианта)*	разование фильтрата, запахи и пр.); **запретить захоронение отходов, которые могут быть переработаны или повторно использованы или сожжены с рекуперацией энергии, повысить экологические платежи за размещение перерабатываемых и горючих отходов**
Установлены предельные допустимые величины выбросов для сооружений, сжигающих или параллельно сжигающих отходы; установлены предельно допустимые величины выбросов для выхлопных газов и стоков вод для мусоросжигательных печей и заводов по совместному сжиганию отходов; определены требования по процессу сжигания(минимальные температуры для опасных и неопасных отходов, обработка газов, и т. д.); установлены ограничения на выбросы опасных газов, образующихся при сжигании отходов в крупномасштабных установках[19]	Общие требования в законах «Об охране окружающей среды». «Об охране атмосферного воздуха»	Нет	Установить специальные требования ПДВ, НДС для МСЗ и установок совместного сжигания отходов (цементные печи, ТЭС, котельные и т.д.)

[1]Основы государственной политики в области экологического развития России на период до 2030 года
[2] Проект № 584399-5«О внесении изменений в Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" и другие законодательные акты Российской Федерации в части экономического стимулирования деятельности в области обращения с отходами»
[3] Рамочная Директива по отходам 75/442/ЕЕС от 15.07.1975г., переиздана в 2006 г.: Директива Европарламента и Совета по отходам 2006/12/ЕС от 5 апреля 2006 г.
[4] Директива Совета по опасным отходам 91/689/ЕЕС от 12 декабря 1991 г.
[5] Регламент (ЕС) Европейского парламента и Совета № 2150/2002от 25.11.2002 «О статистике отходов»
[6] Директива Совета 96/61/ЕС от 24.09.1996 г .«О комплексном предотвращении и контроле загрязнений»

Продолжение таблицы 2

Международное законодательство	Действующее российское законодательство	Планируемые изменения в российском законодательстве	Необходимые изменения в российском законодательстве
[7] Постановление Европарламента и Совета (ЕС) № 1013/2006 от 14 июня 2006 г. по транспортировке отходов [8] ФЗ № 128 от 28.07.2012г. «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» и статью 51 Бюджетного кодекса РФ» и статью 51 Бюджетного кодекса РФ» [9] Директива 75/439/ЕЕС от 16.06.1975 по утилизации отработанных масел и нефтепродуктов [10] Директива Европарламента и Совета 94/62/ЕС от 20.12. 1994 г. по упаковочным материалам и отходам [11] Директива Совета 96/59/ЕС от 16.09.1996 г. «О размещении полихлорированныхбифенилов и полихлорированныхтрифенилов (ПХБ/ПХТ)» [12] Регламент Европейского Парламента и Совета 1980/2000 от 17.07. 2000г. «Об утверждении схем экомаркировки в измененном Сообществе» [13] Директива Европарламента и Совета 2000/53/ЕС от 18.09. 2000 г. «Об отработавших транспортных средствах»; Директива Европейского Парламента и Совета 2005/64/ЕС от 26.10.2005 «Об одобрении типов транспортных средств относительно возможности их повторного использования, способности к вторичной переработке и утилизации» [14] Директива Европарламента и Совета 2002/96/ЕС от 27.01.2003 г. «Об отработавшем электрическом и электронном оборудовании (WEEE)» [15] Директива 91/157/ЕЕС от 18.03.1991 по батареям и аккумуляторам, содержащим опасные вещества; Директива Европейского Парламента и Совета 2006/66/ЕС от 6.09.2006 «Об отработавших аккумуляторах, батареях и других химических источниках тока» [16] Директива Европарламента и Совета 2006/21/ЕС от 15.03. 2006 г. «Об управлении отходами горнодобывающей промышленности» [17] Регламент REACH (ЕС) Европейского Парламента и Совета 1907/2006 от 18.12.2006 «О регистрации, оценке, разрешении и ограничении использования химикатов» [18] Директива Совета 1999/31/ЕС от 26.04.1999 г. «О захоронении отходов на полигонах» [19] Директива 89/469/ЕЕС и 89/369/ЕЕС «Сжигание муниципальных отходов»; Директива Совета и Европарламента 2000/76/ЕС от 4.12. 2000 г. о сжигании отходов; Директива Европейского Парламента и Совета 2001/80/ЕС от 23.10.2001 г .«Об ограничении выбросов некоторых загрязняющих веществ в атмосферу из крупных сжигательных установок» [20] ФЗ № 89 от 24.06.1998г «Об отходах производства и потребления» (ред. от 29.06.2012 г.) [21] Проект № 584587-5 «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования нормирования в области охраны окружающей среды и введения мер экономического стимулирования хозяйствующих субъектов для внедрения наилучших технологий» [22] Постановление Правительства РФ N 870 г. **от 30.08.2012г. «Об утилизационном сборе в отношении колесных транспортных средств»**			

Чтобы кардинально исправить положение, необходимо реформировать государственную политику в области обращения с отходами, существенно усилив государственное регулирование сбора и переработки отходов, прежде всего – отходов конечного потребления, поскольку работа с такими отходами по большей части нерентабельна и не дает предпринимателям приемлемой для них прибыли. Реальные предпосылки для такой реформы существуют в виде апробированного в 1980-х годах отечественного и, позднее, зарубежного опыта. Предлагаемый подход основан на принципе «загрязнитель платит» и на распределении ответственности за сбор и переработку отходов на всех членов российского общества.

УДК 628.4(571.17)

ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ

МАТВИЕНКО П.В.

Администрация города Новокузнецка

В соответствии с Федеральным законом «Об общих принципах организации местного самоуправления» от 06.10.03 г. №131-ФЗ к вопросам местного значения относится организация сбора, вывоза, утилизации и переработки бытовых и промышленных отходов.

По статистическим данным ежегодно на территории города образуется более 11 млн. тонн отходов производства и потребления, основную часть которых составляют промышленные отходы 4-5 классов опасности предприятий черной и цветной металлургии, а также отходы угледобычи и углеобогащения. Кроме того, ежегодно в г. Новокузнецке образуется около 120 тыс. тонн отходов потребления (ТБО), более 80 % которых составляют отходы от жилищ.

Повторное применение находят более 98 % образующихся опасных отходов (I-IV классов опасности) и около 58 % ежегодно образующихся отходов V класса опасности.

Отходы I класса опасности, такие как ртутьсодержащие отработанные лампы и приборы, практически полностью (99,9 %) передаются специализированным организациям для демеркуризации; фусы каменноугольные, образующиеся при конденсации смолы на коксохимическом производстве, используются на металлургических предприятиях города в качестве добавки в шихту.

Отходы II класса опасности, такие как кислая смолка, полимеры, полностью используются в качестве добавки в шихту. Отходы серной кислоты используются при производстве сульфата аммония на ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК». Процент использования отходов II класса опасности составляет – 99,9 %.

Отходы III класса опасности, такие как отработанные промасленные фильтры, отходы промасленной ветоши и промасленных опилок, переда-

ются на обезвреживание ООО «Экологический региональный центр». Отработанные моторные, дизельные индустриальные масла частично передаются для использования на другие предприятия, частично размещаются на специализированных накопителях производственных отходов предприятий. Отработанные автомобильные аккумуляторы сдаются на утилизацию в ООО «АКМО». Процент использования отходов составляет 95 %.

Отходы IV класса опасности, такие как окалина, отсевы кокса, пыль циклонов коксовая, шламы аглоцехов, железосодержащие отходы, полностью используются на металлургических предприятиях города. Пыли и шламы газоочистки металлургических и вспомогательных производств используются на 63 %. В первую очередь, это известковые пыли и шлам, а также пыль циклонная коксовая, образующиеся на металлургических предприятиях города: применяются в полном объеме при производстве агломерата в качестве добавки в шихту. Процент использования отходов данного класса опасности составляет 96 %. Отходы потребления от жилого фонда поступают на полигон ТБО ООО «ЭкоЛэнд».

Из отходов V класса опасности (нетоксичные отходы) применение находят: лом, стружка и скрап черных и цветных металлов, коксовая мелочь, макулатура, бой шамота, отходы от углеобогащения, древесные отходы. На предприятии ООО «Сиберц» производится вторичное топливо на основе древесных опилок. Вскрышные породы и горелые формовочные смеси используются в качестве инертного слоя при уплотнении твердых бытовых отходов на полигоне ТБО ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК». Металлургические шлаки перерабатываются на шлаковый щебень и используются в дорожном и промышленном строительстве. Золошлаковые отходы котельных используются для планировки территории при промышленном, гражданском и дорожном строительстве. Золошлаковые отходы Западно-Сибирской ТЭЦ передаются по шламопроводу на шламохранилище ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» на хранение. Таким образом, процент использования отходов данного класса опасности составляет 58 %.

Вместе с тем, 5 миллионов тонн таких отходов, как хвосты обогащения, шламы, золошлаки складируются на объектах размещения. Около 100 миллионов тонн ранее накопленных промышленных отходов занимают 400 гектаров пригодных для дальнейшего использования земель, принадлежащих городским предприятиям на праве собственности, или арендуемых у муниципалитета.

Содействие в развитии отходоперерабатывающих предприятий со стороны города – одна из задач органов администрации. Их дальнейшее продвижение, внедрение инновационных технологий в переработку отходов – это резерв, который при относительно небольших финансовых вложениях и административно-законодательных усилиях, может создать сотни рабочих мест, пополнить городской бюджет, снять остроту социальной напряженности и снизить негативное воздействие на окружающую среду и здоровье населения.

С целью улучшения условий работы предприятий, перерабатывающих отходы, при поддержке администрации города Новокузнецка создана

Кузбасская Ассоциация переработчиков отходов, которая объединила отходоперерабатывающие и утилизирующие предприятия Кемеровской области. В городе насчитывается порядка 20 предприятий, занимающихся вопросами переработки и утилизации отходов.

В настоящее время часть промышленных отходов может быть переработана: хвостохранилище Абагурской Аглофабрики передано для утилизации отходов ООО «Экомаш», «Экологическим региональным центром» разработана технология для переработки накопленных на промышленном полигоне ОАО «РУСАЛ Новокузнецк» отходов угольной и огнеупорной футеровки. В перспективе планируется ежегодно перерабатывать до 700 тысяч тонн отходов.

В городе сформирован банк данных специализированных предприятий в сфере обращения с отходами (транспортировка, переработка, обезвреживание).

Организация деятельности по обращению с отходами муниципалитета осуществляется в соответствии с Концепцией обращения с отходами на территории города Новокузнецка, утвержденной постановлением Коллегии администрации города Новокузнецка от 27.10.11 г. № 8/2. Концепция позволяет выстроить единый подход к решению проблемы обращения с отходами в целом, обозначенные в ней принципы и направления являются основой для планомерной работы по совершенствованию уже сложившейся в Новокузнецке системы управления отходами и её развития на будущее.

Вся система перспективного развития сферы обращения с отходами, снижения негативного влияния отходов на окружающую среду и здоровье населения на территории муниципального округа основывается на требованиях российского, областного законодательства, а также муниципальных нормативно-правовых актов в области охраны окружающей среды и обращения с отходами производства и потребления.

В соответствии с этими законами, стратегия управления отходами базируется на решении следующих основных задач:

минимизация количества отходов, поступающих на объекты конечного размещения (захоронения) отходов – постепенный переход от полигонного захоронения ТБО к их рециклингу (промышленной переработке) и/или прямому использованию в качестве сырья;

максимально возможное вовлечение отходов в хозяйственный оборот и их утилизация как техногенного сырья;

изыскание экологически безопасных методов переработки/утилизации отходов с наименьшими экономическими затратами;

минимизация затрат на санитарную очистку территории города;

организация системы экологического образования и просвещения населения города на предмет экологоориентированного обращения с твердыми бытовыми отходами.

Для реализации своих полномочий в сфере управления отходами комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов администрации города разработаны «Правила по обращению с отходами на террито-

рии города Новокузнецка», которые утверждены постановлением администрации города Новокузнецка от 30.12.11 года № 194.

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, вовлечения отходов в хозяйственных оборот в качестве источников сырья.

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

Утилизация твердых коммунальных отходов в городе Новокузнецке происходит по следующей схеме: бытовые отходы от жилищного фонда складируются в контейнеры, находящиеся на придомовых контейнерных площадках (или емкости, при наличии мусоропровода, расположенные в мусоросборных камерах). Предприятия, транспортирующие отходы, осуществляют вывоз согласно графикам маршрутных движений и заключенным договорам на полигон ТБО г. Новокузнецка.

Сбор крупногабаритных отходов (КГО) осуществляется в специальных местах на контейнерных площадках в соответствии с Санитарными правилами и нормативами. Вывоз производится управляющими компаниями по отдельным договорам на полигон ТБО.

Основным методом по обращению с коммунальными отходами в г. Новокузнецке является их захоронение на городском полигоне ТБО с предварительной ручной сортировкой поступающих на полигон отходов.

Серьезной проблемой в области обращения с отходами на территории Новокузнецка является наличие несанкционированного размещения отходов, для предотвращения которого необходим жесткий муниципальный контроль. В соответствии с «Планом комплексных мероприятий по предотвращению, выявлению и ликвидации несанкционированных свалок ТБО на территории города Новокузнецка на 2012 год» осуществляется работа по ликвидации несанкционированных свалок. Согласно плану проводятся рейды по выявлению, видеофиксации нарушителей; мероприятия по уборке, привлечению общественности к выявлению и ликвидации свалок; просветительская работа, совещания с целевыми аудиториями (садоводами, гаражными и погребными кооперативами и др.), информирование природоохранных федеральных органов. Комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов в течение года организуются экологические акции по уборке территории города. Так, в рамках акции «Сделаем!», которая прошла в Новокузнецке 14 и 15 сентября 2012 года, на полигон ТБО вывезено 520 тонн несанкционированно размещенных отходов. Во всех акциях осуществляется раздельный сбор ТБО с последующей передачей вторичного сырья (пластиковые бутылки, стекло, алюминиевая банка) переработчикам отходов.

5 июня 2012 года в Новокузнецке создан общественный экологический Совет при Главе города, главная задача которого – актуализация наиболее острых проблем обеспечения экологической безопасности и их ре-

шение. В плане работы Совета одной из задач являются мероприятия по улучшению санитарного состояния города. Для решения вопроса по предотвращению возникновения несанкционированных свалок в городе организован общественный экологический контроль.

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.

Исходя из реальной экономической ситуации целесообразно поэтапное решение проблемы твердых бытовых отходов. Первоочередной задачей на городском уровне является минимизация образующихся отходов, их возврат в оборот для производства продукции из вторичного сырья, оптимизация их сбора и удаления при неизменной долгосрочной стратегии перехода от захоронения ТБО к их промышленной переработке на основе применения эффективных технологий. Для населения – это снижение платы за утилизацию, для экологии – уменьшение потребления природных ресурсов.

Основным условием получения вторичного сырья является предварительное разделение отходов – выделение утилизируемых компонентов.

На сегодняшний день в городе Новокузнецке имеются пункты приема вторичных ресурсов (макулатура, пластик, пленка, стекло), куда жители могут их сдать и получить за это деньги. Для жителей в крупных торговых центрах администрацией города организованы пункты бесплатного приема ртутьсодержащих осветительных устройств.

Одним из важнейших направлений решения проблемы обращения с отходами является формирование экологической культуры, экологическое просвещение и воспитание населения города. Для укрепления взаимодействия государственных, муниципальных органов и общественного экологического движения в реализации эффективной экологической политики в Новокузнецке ежегодно проводятся «Дни защиты от экологической опасности».

Целью акции является формирование экоориентированного мировоззрения и культуры поведения населения посредством взаимодействия различных структур и организаций города. В 2012 году в городе Новокузнецке в акции приняло участие более 200 организаций: предприятий крупного, среднего и малого бизнеса, учреждений образования, здравоохранения, средств массовой информации и пр., реализовано порядка 80 природоохранных акций и более 1100 мероприятий эколого-просветительской направленности.

С целью стимулирования социально-значимой деятельности молодежи в области экологии в Новокузнецке ежегодно проводится Школа городского экологического актива «Зеленая волна». В 2012 году

«Зеленая волна» была посвящена экологической социальной рекламе. В Школе актива принимают участие студенты городских вузов и техникумов. Комитетом в рамках Школы актива инициировано проведение конкурса на лучший видеоролик социальной экологической рекламы «Смени подход: отход в доход», основными направлениями которого являлись тематика чистого города и раздельный сбор отходов. Видеоролик победителя будет использован в качестве социальной рекламы на городском телевидении и мультимедийных конструкциях города.

Социальная реклама обладает огромными возможностями изменения общественных эталонов и способна оказывать влияние на общество в целом. Экологическая реклама способна не только создавать новые потребности, но и играет важную роль в формировании экологического сознания и культуры, социальных ценностей, стиля жизни, нравственных ценностей.

В Новокузнецке во всех районах города размещена серия экологической рекламы «Свинстоп», отражающей вопросы ответственности за несанкционированную мойку автотранспорта в водоемах, организацию свалок отдыхающими, а также вопросы раздельного сбора отходов и сдачи вторичного сырья в переработку. Ежегодно Комитетом охраны окружающей среды и природных ресурсов разрабатываются дополнительные макеты социальной экологической рекламы «Свинстоп». Кроме того, Комитетом поддержана инициатива рекламного агентства «АПР-Сити» – серия социальной экологической рекламы «У мусора есть дом». Всего в Новокузнецке более 38 баннеров, размещенных на рекламных конструкциях города. С целью организации обращения с ртутьсодержащими устройствами от населения разработаны макеты социальной экологической рекламы, которые размещаются на страницах городских газет, в жилых домах города Новокузнецка при участии управляющих компаний.

На сегодняшний день вопросы своевременной организации комплекса работ по обращению с отходами, предотвращению их отрицательного воздействия на здоровье человека и окружающую среду остаются актуальными для городских округов.

С целью оптимизации деятельности в сфере обращения с отходами в настоящее время ведется разработка Схемы санитарной очистки города Новокузнецка. Схема устанавливает порядок организации сбора, вывоза, утилизации и переработки отходов на территории города, определяет объемы работ, методы сбора, удаления, обезвреживания и переработки бытовых и приравненных к ним отходов, необходимое количество спецмашин, механизмов, оборудования и инвентаря для системы очистки и уборки городских территорий, целесообразность строительства, реконструкции или расширения объектов приема и временного размещения отходов, очередность выполняемых мероприятий.

Приоритетной мерой по созданию экономически эффективной и экологически безопасной системы обращения с отходами производства и потребления в г. Новокузнецке, обеспечивающей раздельный сбор образующихся отходов, максимальное вторичное использование отходов и их переработку является утверждение Комплексной муниципальной программы

«Обращение с отходами производства и потребления на территории г. Новокузнецка».

Перспективными направлениями деятельности в плане совершенствования системы управления отходами на территории города, являются:

− разработка и утверждение реестра отходов, перерабатываемых (ограниченных к захоронению) в городе Новокузнецке; \

− формирование банка данных:

- источников образования промышленных отходов;
- отходов, образующихся на территории города Новокузнецка;
- объектов размещения отходов;
- информации о продукции, производимой в г. Новокузнецке на основе отходов и вторичных ресурсов.

Вся информация будет размещена на интернет сайтах администрации города и в других СМИ.

Системный подход к выполнению комплекса мероприятий по обращению с отходами в городе направлен на реализацию полномочий органов местного самоуправления и совершенствование управления отходами на территории муниципального образования. Целью планомерной работы администрации города является создание благоприятной среды обитания для жителей города, обеспечение и улучшение санитарного состояния городской территории путем снижения воздействия отходов на окружающую среду.

УДК 378.14:504

ОРГАНИЗАЦИЯ ОСНОВНОГО И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СИБИРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ИНДУСТРИАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

ВОЛЫНКИНА Е.П., ДЕМЧУК С.В, САМИГУЛИНА Л.А.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Кафедра техногенных и вторичных ресурсов является одной из самых молодых в СибГИУ. Она создана в 2009г. как специализированная выпускающая кафедра для подготовки специалистов-практиков в области экологии для предприятий любого профиля и профессиональных кадров в сфере переработки, обезвреживания и размещения отходов.

Это обусловлено государственными задачами в связи с начавшейся реформой экологического законодательства и созданием отходоперерабатывающей отрасли в России и возникшими в связи с этим новыми требованиями рынка труда. В соответствии с этими задачами на кафедре организована подготовка бакалавров по двум направлениям – «Экология и природопользование», профиль «Экология» и «Металлургия», профиль

«Металлургия техногенных и вторичных ресурсов», а также магистратура по профилю «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов».

30 апреля 2012 г. Президент РФ утвердил «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года» – программный документ экологической реформы в России с целью приведения экологического законодательства в соответствие с международными нормами. На сегодняшний день на рассмотрении в Государственной Думе РФ находится пакет «зеленых законов», целью которых является переход на новые принципы нормирования негативного воздействия предприятий на окружающую среду и введение мер экономического стимулирования предприятий для внедрения наилучших доступных технологий (НДТ), многократное увеличение экологических платежей и штрафов, ликвидацию накопленного экологического ущерба, усиление экологического контроля и надзора, стимулирование переработки отходов, регулирование деятельности особо охраняемых природных территорий и др.

В связи с этими процессами профессия эколога в России приобретает все большую популярность. Сегодня наличие в штате профессионала-эколога становится для любого предприятия вопросом выживания в новых условиях, соответственно и растет спрос на таких специалистов на рынке труда. Согласно исследованию, проведенному самым авторитетным рекрутинговым порталом SuperJob, профессия инженера-эколога входит в список самых востребованных и интересных профессий на рынке труда России. Эколог стал также необходим, как бухгалтер, и промышленному предприятию, и торговому центру, и жилищной компании, и малому бизнесу.

В связи с популярностью данной профессии в настоящее время многие вузы готовят экологов. Но это, как правило, гуманитарные вузы, которые не могут обеспечить инженерную подготовку студентов в силу сложившейся специфики гуманитарного обучения. А ведь современные требования к профессиональному экологу, особенно в связи с принятым на законодательном уровне обязательным переходом всех предприятий на новые экологически чистые технологии, так называемые НДТ (наилучшие доступные технологии), включают помимо базовых знаний в области общей экологии, экологического права и экономики природопользования, необходимость инженерной подготовки. Эколог, независимо от того, работает он на промышленном предприятии, в проектной или консалтинговой компании, государственных природоохранных структурах, должен разбираться в технологических процессах, конструкциях технологического оборудования и любой используемой техники, системы очистки газов и воды, проектировании полигонов для захоронения промышленных и бытовых отходов, в специализированном оборудовании для переработки и обезвреживания отходов.

Сибирский государственный индустриальный университет более 80 лет готовит инженеров и поэтому имеет для инженерной подготовки и высокопрофессиональные кадры, и методические материалы, и специально оборудованные лаборатории. Экологическая подготовка осуществляется по программам основного и дополнительного профессионального образования выпускающей кафедрой техногенных и вторичных ресурсов.

Основное профессиональное образование включает:

- подготовку бакалавров по направлению «Экология и природопользование», профиль «Экология», форма обучения – очная и заочная;

- подготовку бакалавров по направлению «Металлургия», профиль «Металлургия техногенного и вторичного сырья», форма обучения – очная и заочная;

- подготовку магистров по направлению «Металлургия», профиль «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов».

В 2012 г. открыта аспирантура по специальности 05.16.07 «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов» по очной (3 года) и заочной (4 года) формам обучения.

Мы готовим экологов-практиков, которые могут сразу после получения диплома выполнять все необходимые функции на предприятии любого профиля. К преподаванию помимо профессорско-преподавательских кадров привлекаются руководители и опытные специалисты-практики из природоохранных контролирующих организаций, лабораторий экологического мониторинга, экологических служб промышленных предприятий.

Уровень подготовки и качество выпускников повышается путем вовлечения студентов в активную научно-исследовательскую работу. Кафедра техногенных и вторичных ресурсов известна не только в Кемеровской области, но и в других регионах России благодаря научным разработкам в области переработки и обезвреживания различных видов отходов, внедрению научно-технических разработок на предприятиях, созданию Кузбасской Ассоциации переработчиков отходов, организации масштабных международных конференций в области управления отходами. Обучение студентов ведется под патронажем Кузбасской ассоциации переработчиков отходов, Управления Росприроднадзора по Кемеровской области, Департамента природных ресурсов и экологии Кемеровской области, Отдела химической и отходоперерабатывающей промышленности администрации Кемеровской области, Комитета охраны окружающей среды и природных ресурсов администрации г. Новокузнецка. Благодаря этому сотрудничеству наши студенты направляются на производственную практику с перспективой последующего трудоустройства. Нередки случаи, когда дипломники проходят преддипломную практику на предприятии, которое принимает их на работу, и выполняют дипломные проекты по его тематике. В рамках дипломирования выполняются инженерные проекты отходоперерабатывающих комплексов, современных полигонов для захоронения бытовых и промышленных отходов, разрабатываются нормативы образования отходов и лимиты на их размещение для действующих Кузбасских предприятий, новые технологии переработки и обезвреживания отходов. Многие дипломные разработки внедряются на практике.

Один из принципов работы кафедры: если преподаватель университета учит студентов, как зарабатывать деньги благодаря полученной профессии, он должен показать, что он сам уметь это делать. Нашими преподавателями созданы и успешно работают два инновационных производственных предприятия по переработке отходов, организован учебный центр

дополнительного профессионального образования «Экологическая безопасность».На их базе ведется практическая подготовка студентов в сфере экологического предпринимательства. Кстати, благодаря наличию учебного центра студенты, обучающиеся по профилю «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов», имеют возможность по окончании вуза получить сразу два государственных диплома – по основной образовательной программе и программе дополнительного профессионального образования по профессии «Эколог», что значительно расширяет возможности трудоустройства.

Благодаря приобретению практических навыков в период обучения наших выпускников принимают на работу без требуемого для других опыта работы. Тесное сотрудничество кафедры с потенциальными работодателями – экологическими службами промышленных предприятий, проектными и консалтинговыми экологическими компаниями, специализированными отходоперерабатывающими предприятиями, федеральными, региональными и муниципальными контролирующими структурами – обеспечивает практически 100 %-ное трудоустройство выпускников по специальности. В 2012 году предложения от работодателей превысили количество наших выпускников.

Значительно облегчает адаптацию наших выпускников в профессиональной сфере специально для этого созданный студенческий экологический отряд «ЭКОС», который объединяет студентов-экологов с первого по пятый курс. В период обучения студенты из «ЭКОСа» осуществляют просветительскую и практическую деятельность в сфере экологии: пропагандируют раздельный сбор бытовых отходов, организуют сбор макулатуры в университете, выпускают собственную газету «ЭКОТАЙМ», проводят экологические акции и уроки в школах. Активисты «ЭКОСа» принимают активное участие в ежегодном Российском студенческом экологическом семинаре в г. Екатеринбурге, где выступают с докладами на Всероссийской студенческой научно-практической конференции. Благодаря такой деятельности студенты не только интересно проводят свои студенческие годы, но и со студенческой скамьи выполняют свой профессиональный долг, ближе знакомятся между собой, а также со своими будущими коллегами на уровне города, региона и даже России. Закончив университет, они попадают в знакомую среду и продолжают встречаться уже на профессиональном уровне.

В 2010 г. преподавателями кафедры создан учебный центр дополнительного профессионального образования «Экологическая безопасность». Учебный центр осуществляет профессиональную переподготовку по программам «Эколог в области профессиональной деятельности (металлургия)» (1600 час.), «Экология и рациональное природопользование» (520 час.), проводит курсы повышения квалификации по программам «Обеспечение экологической безопасности руководителями и специалистами общехозяйственных систем управления» (72 час.), «Обеспечение экологической безопасности руководителями и специалистами экологических служб и систем экологического контроля» (90 час.), «Обеспечение

экологической безопасности при работах в области обращения с опасными отходами» (120 час.), «Профессиональная подготовка лиц на право работы с отходами 1-4 классов опасности» (112 час.). Обучение осуществляется по очной, очно-заочной и дистанционной формам обучения.

За 2011-2012 гг. в учебном центре прошли обучение по программам повышения квалификации более 200 человек, в том числе руководители и специалисты угольных предприятий (ОАО «Распадская», ЗАО «Разрез Распадский». ЦОФ «Распадская – коксовая», разрез «Южный», ООО «Сибэнергоуголь» «Промугольсервис», «Кузнецкэкология»и др.), железнодорожного транспорта («Киселёвское погрузочно-транспортное управление», «Талдинское погрузочно-транспортное управление» и др.), отходоперерабатывающей промышленности (ООО «Экошина», ООО «Экологический региональный центр». ООО «Экопласт»), работники коммунального хозяйства и многие другие. 14 специалистов-экологов прошли профессиональную переподготовку, успешно защитили выпускные квалификационные работы и получили дипломы государственного образца, дающие право занимать должность эколога на предприятии любого профиля.

В учебном центре практикуется также форма обучения на курсах повышения квалификации с выездом преподавателей непосредственно на предприятия. В г. Междуреченске по такой форме обучены сотрудники предприятий, входящих в ЗАО «Распадская угольная компания».

Таким образом, разносторонняя работа кафедры обеспечивает подготовку экологов-практиков и специалистов в области обращения с отходами, обладающих не только современными профессиональными знаниями и всеми необходимыми практическими навыками, но и новым экологически ориентированным мировоззрением. Наши выпускники – это новое поколение специалистов, которое сможет обеспечить практическую реализацию экологической реформы и экологическую безопасность нашего региона.

УДК 628.4.022:332

МОДЕЛЬ РЕГИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ

Волынкина Е.П., Кузнецов С.Н., Панэ А.П.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Администрация Кемеровской области
г. Кемерово

Твердые бытовые отходы составляют незначительную долю в общей массе отходов в России и Кемеровской области – около 1 %. С другой стороны, производители ТБО – жители страны или региона, наоборот, являются значительно более массовыми по сравнению с промышленными от-

ходами. При этом ответственность за организацию обращения с ТБО возложена по законодательству на региональные и местные органы власти, т.е. также очень сильно рассеяна по сравнению с ответственностью за промышленные отходы, так как только городов в России насчитывается 998.

Как правило, организацией управления ТБО занимаются отделы или комитеты местных администраций, отвечающие в целом за ЖКХ, вынужденные решать множество других проблем в этой области и не имеющие достаточного времени и специалистов для создания эффективной и экологически безопасной системы управления ТБО на своей территории.

В то же время, известные организационные и технологические решения обращения с ТБО являются типовыми во всем мире и входят в перечень наилучших доступных технологий. В связи с этим целесообразно разработать универсальную модель управления ТБО, которая может быть использована в любом регионе или городе.

На рисунке 1 представлена схема управления ТБО, включающая этапы жизненного цикла обращения с ТБО – от образования (производства) до захоронения, виды ТБО и возможные связи между ними. На этапе производства рассмотрены 4 вида ТБО: смешанные при отсутствии раздельного сбора, сухие утилизируемые и органические при раздельном сборе, а также опасные компоненты, которые должны собраться раздельно в обязательном порядке. Смешанные отходы могут быть утилизированы методами сжигания или захоронения на полигоне с получением вторичных энергетических ресурсов (тепло, электроэнергия). Сухие утилизируемые отходы, собранные раздельно, подвергаются досортировке и последующей переработке с получением вторичных материальных ресурсов (ВМР). Органические отходы – пищевые и древесно-растительные, собранные раздельно, подвергаются биологической переработке с получением как ВМР (компост), так и ВЭР (биогаз). Опасные отходы обезвреживаются и затем захораниваются на полигоне.

В регионе могут использоваться различные системы сбора ТБО и технологии их утилизации, обуславливающие различную величину тарифа (затрат) и разный уровень воздействия на окружающую среду. Поэтому региональные и местные органы власти должны иметь возможность оценить эти факторы как в условиях существующей системы, так и в перспективе с учетом конкретного варианта технологии сбора или утилизации. Это позволит создать планы по управлению отходами и реализовать в них экономически и экологически обоснованную и эффективную политику обращения с отходами. Для этой цели разработана модель регионального управления ТБО, которая может быть использована в программе Excel с Visual Basic interface. При разработке использовалась модель, разработанная авторами [1].

На рисунке 2 представлена структура модели управления ТБО, а на рисунке 3 – система связей и границы модели. Модель построена с учетом Иерархии управления бытовыми отходами, т.е. шкалы приоритетности действий с отходами: разделение – переработка и вторичное использование – компостирование – сжигание или обезвреживание – захоронение.

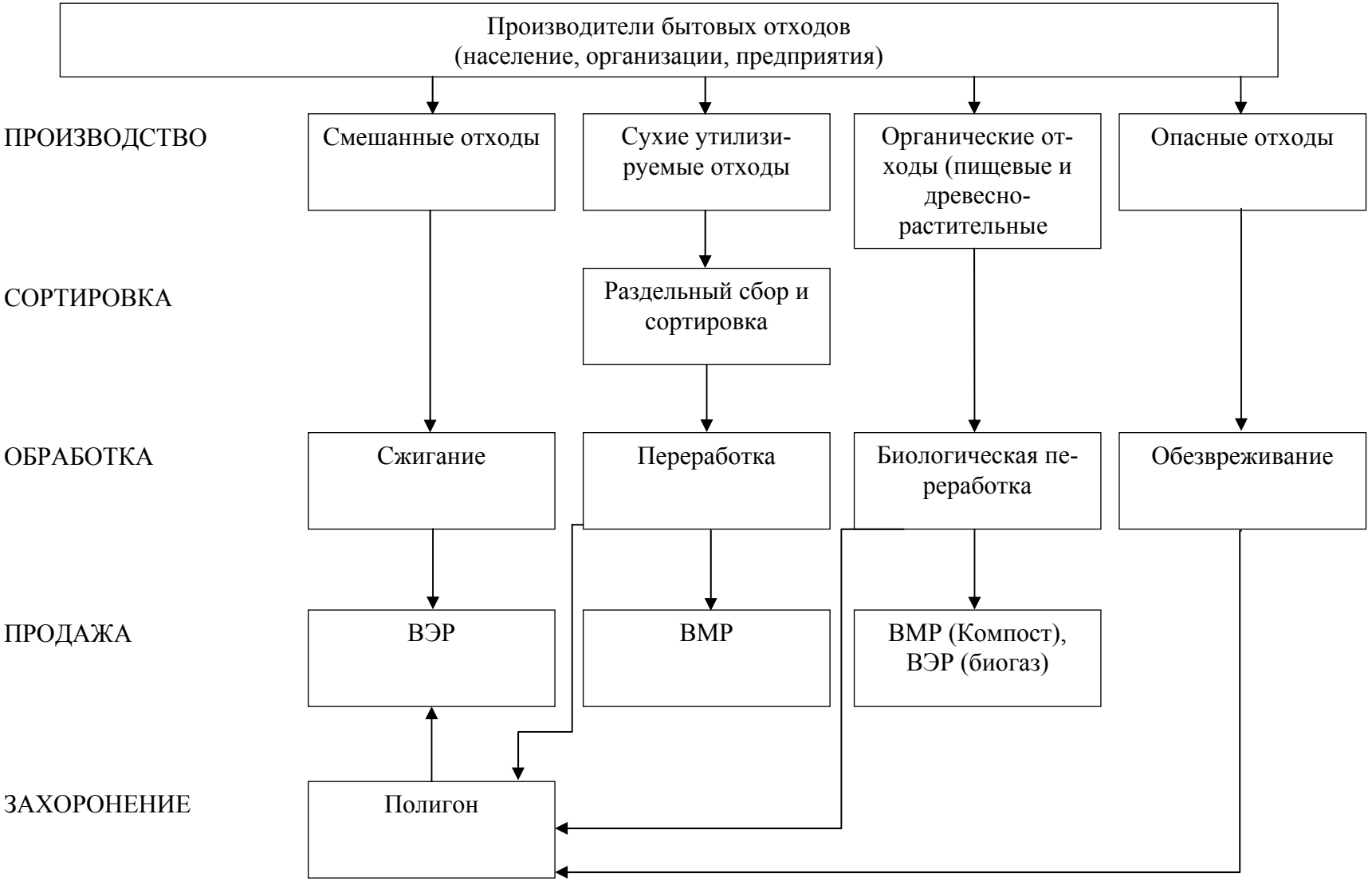


Рисунок 1 – Схема управления ТБО

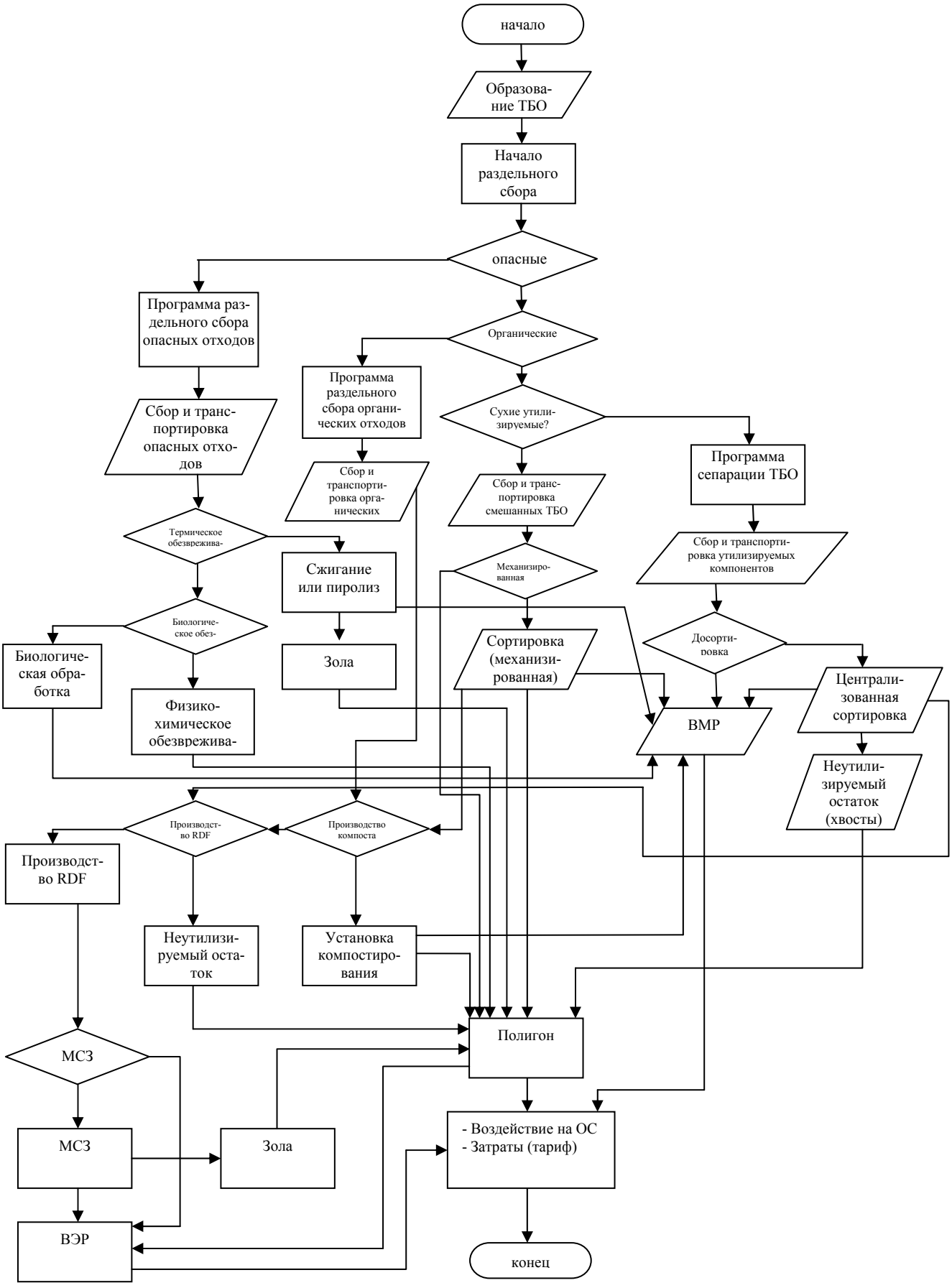


Рисунок 2 – Структура модели управления ТБО в регионе

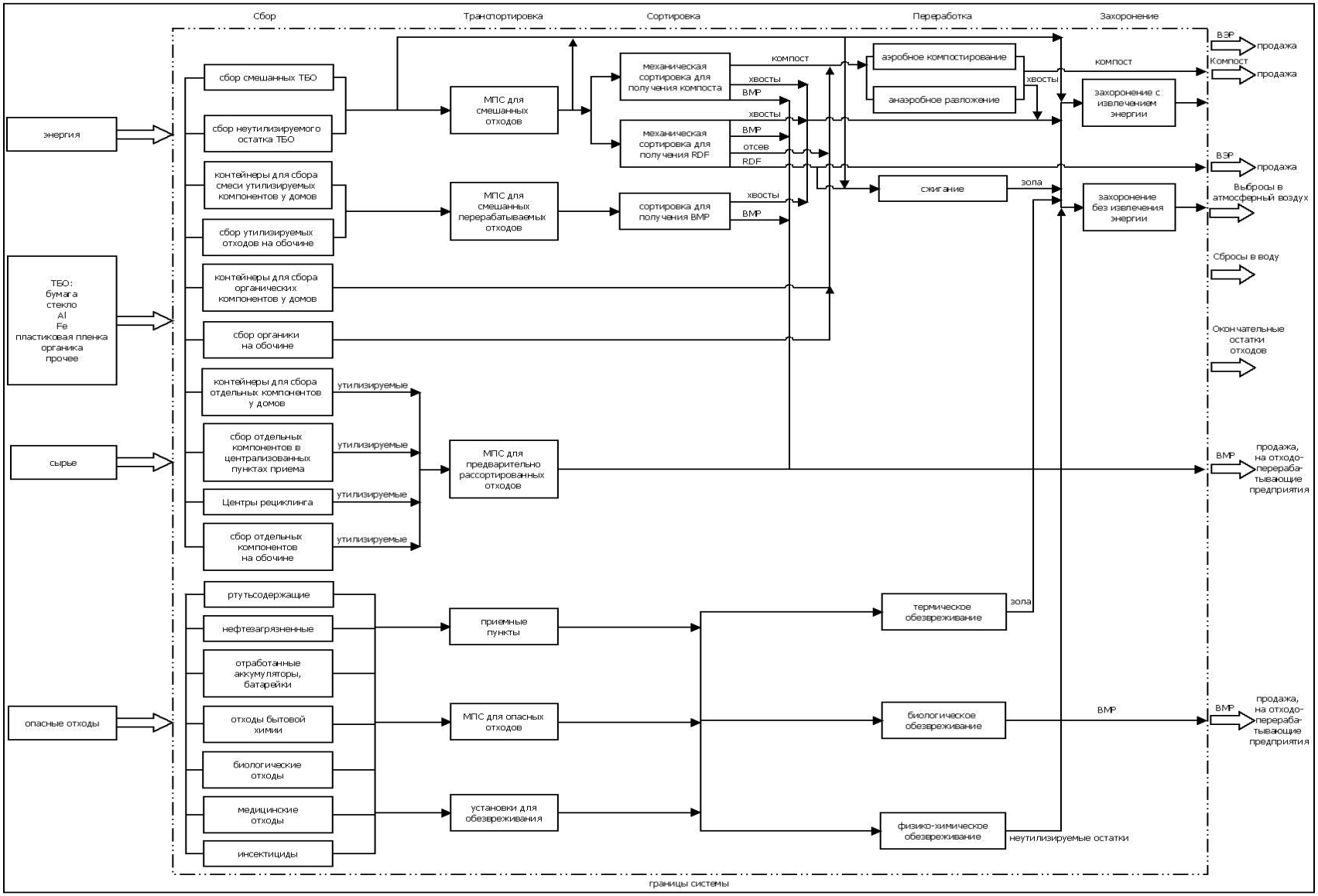


Рисунок 3 – Система связей и границы модели управления ТБО на уровне региона

Модель представляет собой жизненный цикл отходов, соединенный с управляющими компонентами процесса управления для каждого отхода.

Жизненный цикл отходов начинается, когда отходы отправляются в мусорное ведро – образование отходов. Следующие стадии жизненного, или технологического цикла отходов включают:

- сбор, в том числе раздельный по специальным программам, с получением 4-х групп отходов – опасные, органические, сухие утилизируемые и смешанные;
- транспортировку каждой группы отходов;
- сортировку отходов;
- переработку с получением вторичной продукции и энергоресурсов или обработку опасных отходов с целью обезвреживания, включая 3 типа обезвреживания: биологическое, термическое и физико-химическое;
- захоронение на полигоне.

В конце жизненного цикла отходы разлагаются на полигоне с образованием газа и фильтрата, либо возвращаются в технологические процессы путем рециклинга и получения вторичных продуктов.

В начальной точке модели на экране появляется главное меню, которое содержит 4 варианта: создание нового сценария, открытие существующего сценария, сравнение сценариев, выход. Входящими потоками в модели являются:

- ТБО и их компоненты, в том числе опасные;
- сырьевые материалы, используемые в технологиях, включенных в систему управления;
- энергия, используемая в технологиях сбора, транспортировки, переработки и захоронения.

Стадии жизненного цикла отходов и модули их обработки включают:

1. Образование отходов. Модуль «Образование отходов» включает количество ТБО, образующихся ежегодно в регионе. Пользователь вводит такие характеристики как численность населения и среднюю норму образования ТБО (объемную или массовую).

2. Сбор-транспортировка и передача отходов. В модели может быть использован широкий спектр методов сбора (10 различных методов):

1) сбор смешанных отходов мусоровозами;

2) сбор неутилизируемого остатка ТБО мусоровозами (после выделения перерабатываемых компонентов);

3) сбор смешанных перерабатываемых компонентов в специальный контейнер у дома и вывоз специальными мусоровозами;

4) сбор смешанных перерабатываемых компонентов «на обочине» (в мешках) и вывоз специальными мусоровозами;

5) сбор органических компонентов в специальный контейнер у дома и вывоз специальными мусоровозами;

6) сбор органических компонентов «на обочине» и вывоз специальными мусоровозами;

7) сбор отдельных компонентов в специальные контейнеры у дома и вывоз специальными мусоровозами;

8) сбор отдельных компонентов «на обочине» и вывоз специальными мусоровозами;

9) сбор отдельных компонентов в централизованных пунктах приема;

10) сбор смешанных перерабатываемых отходов в Центрах рециклинга.

Пользователь выбирает метод сбора. Вводится также расстояние транспортировки, расход горючего на 100 км. Также учитывается, транспортируются отходы через МПС или нет.

При этом пользователь выбирает из 3 типов МПС:

1) МПС для смешанных отходов;

2) МПС для смешанных перерабатываемых отходов;

3) МПС для предварительных рассортированных перерабатываемых отходов.

Основное влияние на ОС включает выбросы от сжигания горючего на мусоровозах (оксиды углерода – CO и CO_2, оксид азота NO_x, пыль, свинец, летучие органические соединения) и расход энергии на МПС.

3. Централизованная сортировка. Пользователь выбирает из 3 типов централизованной сортировки:

1) сортировка с целью получения ВМР из смешанных перерабатываемых отходов;

2) механизированная сортировка с целью получения вторичного топлива (RDF);

3) механизированная сортировка с целью получения компоста.

Пользователь должен ввести процент остатка (хвостов), производительность (эффективность) сортировки, потребление энергии и расстояние транспортировки. Модуль выходящих потоков после централизованной сортировки включает компост, утилизируемые компоненты, RDF (вторичное топливо) и остатки (хвосты), которые направляются на полигон. Основное влияние на ОС включает потребление энергии.

4. Переработка (обработка). Пользователь выбирает из 3 типов переработки:

1) аэробное компостирование;

2) анаэробное разложение;

3) сжигание.

При компостировании влияние на ОС включает потребление энергии оборудованием. При сжигании в модуле предусмотрена очистка продуктов сгорания в сухом скруббере. Выбросы углекислого газа рассчитываются на основе стехиометрии и анализа отходов, направляемых на сжигание. Выбросы других загрязняющих веществ (пыль, оксиды азота NO_x и серы SO_2,

хлористый водород HCl, фтористый водород HF, Оксиды углерода CO и CO_2, ПАУ, диоксины) вводятся на уровне концентраций, требуемых природоохранным законодательством.

5. Модуль «Опасные отходы» включает основные виды опасных компонентов в составе муниципальных отходов:

- ртутьсодержащие лампы и приборы;
- нефтесодержащие отходы (отработанные масла, обтирочный материал, сорбенты – промасленные опилки, песок, нефтешламы, грунт и др.);
- отработанные аккумуляторы и батарейки;
- отходы бытовой химии (остатки красок и лаков, растворителей и пр.);
- биологические отходы (трупы животных);
- медицинские отходы (просроченные лекарства, бинты, шприцы и пр.);
- инсектициды, гербициды, пестициды.

Пользователю предлагается выбрать 3 варианта сбора опасных отходов:

1) приемные пункты;
2) МПС для опасных отходов;
3) установки для обезвреживания.

Затем пользователь выбирает тип обезвреживания опасных отходов из 3 вариантов:

1) термическое обезвреживание (сжигание или пиролиз);
2) биологическое обезвреживание (для нефтесодержащих отходов или пестицидов);
3) физико-химическое обезвреживание (нейтрализация токсичных компонентов).

Пользователь вводит количество образующихся опасных отходов, перечень токсичных компонентов и степень их обезвреживания (разложения), перечень и количество образующихся продуктов, потребление энергии оборудованием и расстояние транспортировки. Нагрузка на ОС на данном этапе включает выбросы от установок термического обезвреживания и сбросы загрязненных сточных вод от установок физико-химического обезвреживания, которые принимаются на уровне требований природоохранного законодательства, а также потребление энергии используемым оборудованием.

6. Захоронение. В модуле «Полигон» пользователю предлагается выбрать их двух вариантов полигонов:

1) полигон с извлечением энергии;
2) полигон без извлечения энергии.

Нагрузка на ОС при захоронении рассчитывается на основе состава захораниваемых отходов, свалочного биогаза, фильтрата и твердых продуктов разложения (инертных). Эта модель также включает сбор биогаза,

извлечение энергии из полученного биогаза, эффективность системы сбора и очистки фильтрата.

Конечными (выходящими) продуктами в модели являются:

- энергия;
- компост;
- вторичное топливо (RDF);
- BMP;
- выбросы в атмосферный воздух;
- сбросы в воду;
- окончательные остатки отходов.

Затраты в системе управления ТБО – решающий фактор при сравнении различных вариантов системы управления. Виды затрат в системе управления ТБО приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Виды затрат в системе управления ТБО

Предварительные расходы	• Информирование общественности • Закупка земли • Получение разрешений • Строительство и установка оборудования
Оперативные расходы	• Текущие оперативные расходы • Содержание и обслуживание • Капитальные расходы • Платежи процентов • Непредвиденные расходы
Расходы по закрытию	• Закрытие свалки/ полигона • Демонтаж зданий и оборудования • Содержание после закрытия свалки • Социальные выплаты за работников после закрытия
Расходы по рекультивации в закрытых свалках	• Исследование, сбор и очистка от загрязняющих веществ • Закрытие, содержание после закрытия
Сопряженные расходы	• Непредвиденные расходы по очистке • Непредвиденные расходы по обязательствам (например, вред имуществу, человеческому здоровью и т.д.)

В модели учитываются 3 основных типа затрат:

1) Первоначальные затраты, включающие капитальные затраты (инвестиции) и затраты на организацию обслуживания системы управления ТБО.

2) Операционные (эксплуатационные) затраты по каждому модулю.

3) Окончательные затраты, включающие операции по закрытию и рекультивации полигонов и других объектов в системе управления.

Сумма всех затрат характеризует затраты на весь жизненный цикл отходов. Разработаны методические рекомендации для расчета материальных потоков, затрат и оценки воздействия на окружающую среду в той или

иной модели управления ТБО. Экономический и экологический анализ позволяет реально оценить устойчивость выбранной модели управления.

Таким образом, модель управления ТБО на уровне региона позволит сравнить существующие способы управления отходами и планируемые, при этом пользователь будет являться интерактивным и экологично настроенным.

Библиографический список

1. I.Tsakarestos, M.Kornaros, G.Lyberatos. Development of a computer model for integrated Municipal solid waste management systems –MSWM, protection and restoration of the environment vii – Mykonos, 2004.

УДК 519.876.2

ПРИМЕНЕНИЕ СЕРВИСНОГО ПОДХОДА К ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ

СЕЛЕЗНЁВ А.А., ЗИМИН В.В., КУЛАКОВ С.М.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Введение. Значительный научный и практический интерес представляет вопрос о *распространении* на различные области деятельности *сервисного подхода,* разработанного и широко применяемого на практике для повышения эффективности управления информационно-технологической (ИТ) деятельностью. Как сам подход, так соответствующие ему задачи, модели и механизмы опираются на базовое понятие «сервис» как средство производства ценности для его потребителя и на понятие «версионная проектно-процессная модель жизненного цикла сервиса» [1]. В частности, в [2] предпринята попытка конкретизация этого подхода к энергосберегающей деятельности на основе введения понятия энергосберегающего сервиса (ЭС-сервиса). Другой перспективной областью применения моделей и механизмов сервисного подхода является деятельность по управлению отходами (Waste management). В докладе анализируется возможность организации деятельности по обращению с отходами на основе сервисного подхода.

1. Интерпретация понятия «сервис» для деятельности по управлению отходами. В [3] приводится трактовка деятельности по обращению с отходами (the address with a waste) как «деятельности, в процессе которой образуются отходы, а также деятельности по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов». Опираясь на это определение и на определение ИТ-сервиса [4] введём, по аналогии, понятие «сервиса по обращению с отходами (ОО-сервис) следующим образом.

ОО-сервис *– средство производства ценности для потребителя, реализующего деятельность по обращению с отходами.*

Под *ценностью ОО-сервиса*, обусловленной его применением, может пониматься:

- бизнес-результат (добавленная стоимость), (например, уменьшение отходов производства /увеличение выхода годного);
- улучшение экологической обстановки;
- улучшение условий труда;
- улучшение условий проживания и т.п.

Для сферы обращения с ТБО примерами сервисов могут служить:

- процесс разделения ТБО (стекло, пластмасса, бумага, пищевые отходы и т.д.);

- процесс автоматического взвешивания и учёта загружаемых в транспортное средство ТБО;

- механизм диспетчерского автоматизированногоуправлениясбором и транспортировкой отходов;

- механизм частно-государственного партнёрства в управлении жизненным циклом ТБО;

- гибкий механизм формирования и корректировки тарифов на оборот ТБО;

- комплексное техническое обеспечение стадий жизненного цикла ТБО.

ОО-сервис, по аналогии с ИТ-сервисом, обладает рядом свойств, два из которых назначение и гарантированность являются основными свойствами.

Назначение сервиса – *свойство, обеспечивающее получение положительного эффекта (в частности, добавленной стоимости) при решении задач обращения с отходами потребителем сервиса.* Это свойство интерпретируется как *полезность сервиса*.

Гарантированность – *свойство сервиса, означающее получение положительного эффекта с требуемой доступностью, мощностью, непрерывностью (живучестью) и безопасностью.* Это свойство интерпретируется как *применимость сервиса*.

Доступность сервиса – *способность ОО–сервиса выполнить согласованную функцию в согласованное время.* Доступность традиционно оценивается исходя из таких показателей как надежность и ремонтопригодность. Более предпочтительными показателями доступности являются те, которые учитывают влияние простоев ОО-сервиса на потерю ценности потребителем сервиса, обусловленную простоем.

Мощность сервиса – *производительность ОО-сервиса, обеспечивающая необходимую поддержку деятельности по обращению с отходами.* Одной из лучших метрик для мощности ОО-сервиса служит уменьшение объёма накапливаемых отходов для процессов, создающих отходы, и уменьшение объем накопленных отходов для процессов переработки и утилизации.

Непрерывность (живучесть) сервиса – *уровень поддержки ОО-сервисом безостановочной деятельности по обращению с отходами при различных форс-мажорных обстоятельствах.*

Безопасность сервиса – *уровень защиты ОО-сервиса от различных рисков, влияющих на деятельность по обращению с отходами, компонентом которой является ОО-сервис.*

2. Жизненный цикл ОО-сервиса и его структура. Другое концептуальное положение, составляющее основу сервисного подхода к организации деятельности по обращению с отходами, состоит в её структуризации на основе представлений о жизненном цикле ОО-сервиса.

В соответствие со *стандартом ISO 9004-1 – жизненный цикл изделия (ЖЦИ) – совокупность взаимосвязанных процессов, выполняемых от момента выявления потребностей в определенном продукте (услуге) до момента удовлетворения этих потребностей и утилизации продукта (услуги).*

В результате обобщения обширного международного опыта работы ИТ-организаций ITIL-3[1] [4] предложена модель жизненного цикла ИТ-сервиса представляющая собой последовательную реализацию стадий «стратегия сервиса» (service strategy – ss), «проектирование сервиса» (service design – sd), «внедрение сервиса» (service transition – st), «эксплуатация сервиса» (service operation – so) и непрерывных (постоянных, регулярных) улучшений сервиса. В этой модели в явном виде отсутствует стадия утилизации (вывод сервиса из эксплуатации), а регулярно выполняемые процедуры оптимизации сервисов, обусловленные возникающими потребностями у клиентов и стремлением поставщика сервиса снизить собственные издержки, рассматриваются в качестве отдельной стадии жизненного цикла – стадии непрерывных улучшений сервиса, хотя по сути своей таковой не является. Если отдельную модификацию сервиса определить как результат проектного цикла изменения, то непрерывное улучшение сервиса естественно интерпретировать как упорядоченную во времени последовательность циклов изменения. С учётом сделанных замечаний и конкретизации, жизненный цикл отдельного ОО-сервиса можно представить в виде рисунка 1.

Верхняя часть рисунка отражает инициируемые и реализуемые проектные циклы изменения ОО-сервиса, а нижняя показывает последовательное применение потребителем очередной версии ОО-сервиса в процессе обращения с отходами. Пусть s_i произвольный ОО-сервис. Если ввести понятие «пустого» сервиса $s(\emptyset)$, то есть сервиса, все сервисные компоненты которого отсутствуют, то первые три стадии (проектный цикл изменения №1) можно рассматривать как реализацию изменения относительно «пустого» сервиса $s(\emptyset)$. Введем понятие *n-ой версии сервиса* s_{in}^{o}, как результата n-го цикла изменения. Версия s_{in}^{o} описывает n-ю модификацию сервиса, которую применяет клиент в своем бизнес процессе, то есть эксплуатирует. Кортеж $s_i^n = (s_{ni}^{ss}, s_{ni}^{sd}, s_{ni}^{st}, s_{in}^{o})$ определим как n-й цикл развития сервиса s_i или жизненный цикл n-ой версии сервиса s_i, в котором объединены n-й цикл изменения $(s_{ni}^{ss}, s_{ni}^{sd}, s_{ni}^{st})$ сервиса и эксплуатация n-й версии s_{in}^{o} сервиса s_i.

Тогда жизненный цикл сервиса s_i можно представить в виде упорядоченной во времени последовательности жизненных циклов его версий $s_i = (s_i^n, n=1,\ldots,N_i)$, где N_i – количество циклов развития сервиса s_i.

[1] ITIL-3 - Information Technology Infrastructure Library, version 3

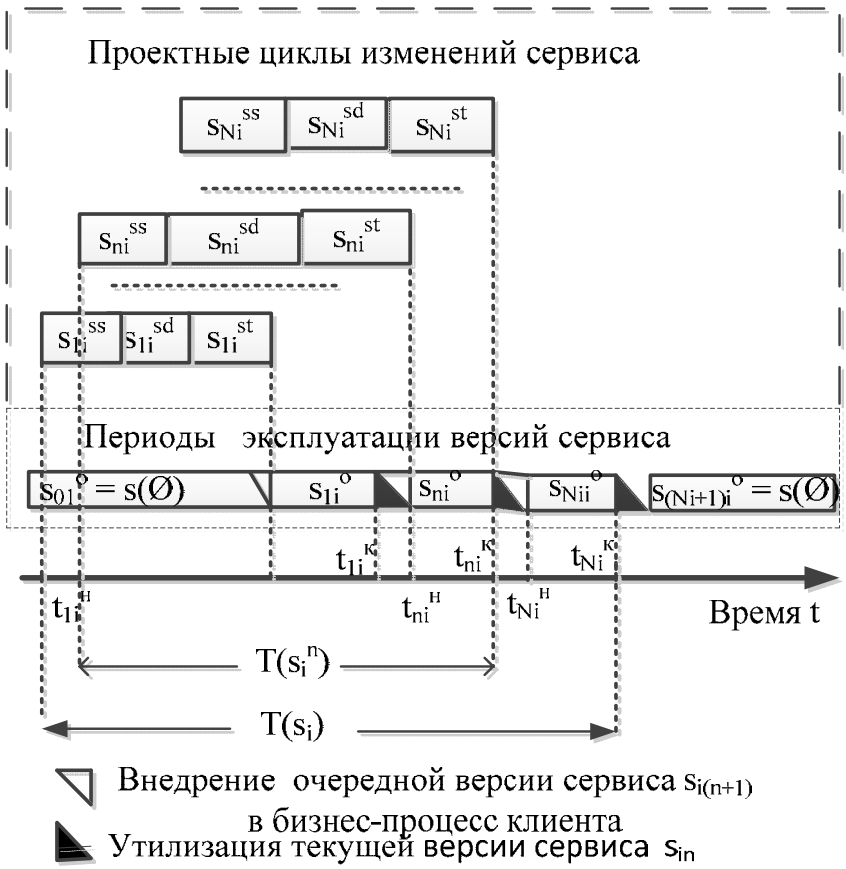


Рисунок 1 – Версионная проектно-процессная структура жизненного цикла ОО-сервиса

Здесь:

- (s_{ni}^{ss}, s_{ni}^{sd}, s_{ni}^{st}) – n-ый проектный цикл изменения сервиса s_i (стадии стратегии, проектирования и ввода в эксплуатацию);
- $T(s_{ni}) = (t_{ni}^{н}, t_{ni}^{к})$ - период жизненного цикла n-ой версии сервиса s_{ni},;
- $T(s_i)$ – период жизненного цикла сервиса s_i.

Дадим краткую характеристику каждой стадии жизненного цикла AW-сервиса.

Стратегия ОО-сервиса. Формирование стратегии отдельного сервиса предполагает применение механизмов: определения и расширения сервисных рынков, реализации стратегии проектного цикла изменения сервиса, финансового менеджмента, управления требованиями к сервису, управления стратегическими рисками. Оно включает стратегический анализ потребностей действующих процессов обращения с отходами, анализ возможностей сервис-провайдеров и выработки такой ОО-стратегии, которая обеспечивает создание ОО-сервиса, соответствующего стратегии деятельности по обращению с отходами.

Проектирование ОО-сервиса. Для того чтобы ОО-сервис предоставлял необходимую ценность потребителю, он должен быть спроектирован так, чтобы удовлетворялись все требования, сформированные на стадии стратегии сервиса. Стадия проектирования преобразует выработанную стратегию и требования к ОО-сервису в проектные решения и реализует эти решения в виде системы проектных компонентов сервиса (системы ОО-активов), обеспечивающих необходимые уровни полезности, доступности, мощности, непрерывности и безопасности ОО-сервиса, а также вно-

сит изменения, вызванные этими решениями, в соответствующие процессы обращения с отходами.

Ввод сервиса в эксплуатацию (внедрение) ОО-сервиса. На этой стадии выполняется сборка компонентов нового или изменяемого (модифицируемого) сервиса в так называемые релизы (releases) – группы компонентов, тестирование и оценка релизов и последующее развертывание релизов в продуктивной (натурной) среде, то есть осуществляется переход (transition) от проектного статуса ОО-сервиса к процессному.

Применение (эксплуатация) ОО-сервиса. Данная стадия соответствует практике повседневноой реализации ОО-сервиса. Это делает данную стадию критической. Здесь поддерживается установленный регламент функционирования ОО-сервиса и внесения в него изменений.

Утилизация ОО-сервиса (вывод сервиса из эксплуатации). Снижение рентабельности действующего ОО-сервиса (уменьшение полезности сервиса или увеличение стоимости сервисных активов) приводит к постановке вопроса о целесообразности дальнейшей эксплуатации сервиса. Принятие решения об его списании и утилизации может быть вызвано и другими причинами, например, отказом заказчика от использования сервиса. В этом случае стадия вывода сервиса из эксплуатации управляет процессом утилизации сервиса, который высвобождает соответствующие активы.

3. Структура системы управления ОО-сервисом. В каждый момент времени t некоторая версия сервиса s_i находится в процессе эксплуатации, другие – разрабатываются, тестируются, развёртываются или утилизируются. Чтобы описать многоверсионную динамическую структуру сервиса s_i, введем следующие понятия. Под состоянием версии $s_{ni}(t)$ сервиса s_i в момент времени $t \in T(s_{ni})$ будем понимать стадию жизненного цикла версии s_{ni}, соответствующую моменту времени t. Будем считать, что, $s_{ni}(t) = \{\varnothing\}$ для $t \notin T(s_{ni})$. Заметим, что оператор $s_{ni}(t)$ представляет собой однозначное отображение – одному моменту времени соответствует одна реализуемая стадия жизненного цикла версии сервиса. Определим состояние $s_i(t)$ сервиса s_i в момент времени t как совокупность состояний всех его версий в момент t, то есть:

$$s_i(t) = \bigcup_{n=1}^{N_i} s_{ni}(t) \qquad (1)$$

Будем также считать, что для $t \notin T(s_i)$ оператор $s_i(t) = \{s(\varnothing)\}$. Так как состояние $s_{ni}(t)$ n-ой версии сервиса в каждый момент времени t может принимать только одно из пяти возможных значений $\{s_{ni}^{ss}, s_{ni}^{sd}, s_{ni}^{st}, s_{ni}^{so}, s_{ni}^{su}\}$, то $s_i(t)$ можно представить в виде объединения пяти подмножеств:

$$s_i(t) = \bigcup_{n=1}^{N_i} s_{ni}(t) = \bigcup_{n\in Niss} s_{ni}(t) \bigcup_{n\in Nisd} s_{ni}(t) \bigcup \bigcup_{n\in Nist} s_{ni}(t) \bigcup_{n\in Niso} s_{ni}(t) \bigcup_{n\in Nisu} s_{ni}(t) \qquad (2)$$

где совокупность подмножеств $\{N_{iss}, N_{isd}, N_{ist}, N_{iso}, N_{isu}\}$ множества $\{1,\ldots,N_i\}$ есть его разбиение (подмножества не пересекаются и их объединение образует исходное множество). Заметим, что для отдельных сервисов отдельные подмножества могут быть пустыми. Подмножество N_{iss} представляет собой те версии сервиса s_i, состояние которых в момент времени t соответствует стадии «стратегия» (ss). Аналогично интерпретируются остальные подмножества N_{isd}, N_{ist}, N_{iso}, N_{isu}. Введем обозначения:

$$S^{iss} = \bigcup_{n \in N_{iss}} s_{ni}(t); S^{isd} = \bigcup_{n \in N_{isd}} s_{ni}(t); S^{ist} = \bigcup_{n \in N_{ist}} s_{ni}(t));$$
$$S^{iso} = \bigcup_{n \in N_{iso}} s_{ni}(t); S^{isu} = \bigcup_{i \in I} s_{N_{isu}}(t). \quad (3)$$

Опираясь на принцип специализации и координации разумно принять, что каждое из сформированных подмножеств S^{iss}, S^{isd}, S^{ist}, S^{iso}, S^{isu} является объектом управления отдельной подсистемы управления. Обозначим эти подсистемы управления через СУ($S^{iss}(t)$), СУ($S^{isd}(t)$), СУ($S^{ist}(t)$), СУ($S^{iso}(t)$), СУ($S^{isu}(t)$). На рисунке 2 представлена укрупненная структура системы управления ОО-сервисм. Тонкими стрелками показаны прямые горизонтальные связи между подсистемами, которые отражают их взаимодействие при производстве, эксплуатации и утилизации ОО-сервисов. В частности подсистема СУ($S^{iss}(t)$) формирует для других подсистем подмножества $S^{isd}(t)$, $S^{ist}(t)$, $S^{iso}(t)$, $S^{isu}(t)$, соответствующие бюджеты $A^c(S^{isd}(t))$, $A^c(S^{ist}(t))$, $A^c(S^{iso}(t))$, $A^c(S^{isu}(t))$, совокупность $SLR(s_i)$ требований к полезности и применимости всех сервисов, а также совокупность $SAC(s_i)$ критериев приемки сервисов в эксплуатацию. Все стадии жизненных циклов версий сервисов имеют сильные технологические связи, поэтому каждая предшествующая (в соответствии с жизненным циклом сервиса) подсистема управления имеет прямые связи с каждой последующей подсистемой. Обратные связи между подсистемами показаны пунктирными стрелками. Они антисимметричны прямым связям – каждая последующая по технологии производства сервисов подсистема управления имеет обратную связь с каждой предыдущей, чтобы иметь возможность инициировать необходимые оптимизационные изменения для подсистем, формирующих управляющие и входные воздействия. Управляющая подсистема, помимо выполнения стандартного набора функций управления (цикл Файоля [5]) – планирования, организации, контроля и стимулирования, реализует динамическую оптимизацию механизмов функционирования, взаимодействий и управления для подсистем СУ($S^{iss}(t)$), СУ($S^{isd}(t)$), СУ($S^{ist}(t)$), СУ($S^{iso}(t)$), СУ($S^{isu}(t)$).

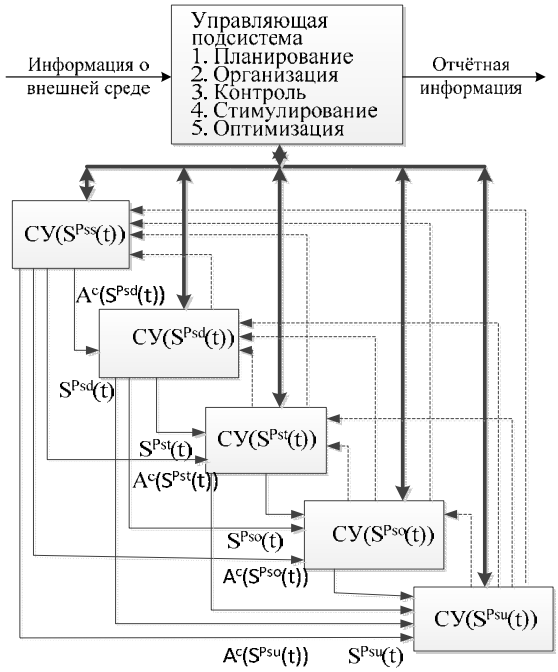


Рисунок 2 – Укрупненная структура системы управления AW-сервисом

Заключение. Таким образом, основные базовые положения сервисного подхода применимы для ОО-сервиса с точностью до структуры применяемых активов. Это позволяет обоснованно сформулировать гипотезу о том, что многие модели, методы, механизмы функционирования и управления, применяемые в ИТ-менеджменте, могут эффективно использоваться для решения задач обращения с отходами.

Библиографический список

1. Зимин В.В.,Кулаков С.М., Зимин А.В., О структуризации системы управления деятельностью ИТ-провайдера, Системы управления и информационные технологии, №2.1(48), 2012. – С. 198-202.
2. Зимин В.В., Кулаков С.М., Зимин А.В., О применении моделей и методов управления ИТ-деятельностью в сфере энергоменеджмента, Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. Сборник научных статей под общей редакцией Фрянова, Новокузнецк, 2012, СибГИУ, с. 297-213.
3. Волынкина Е.П., Теоретические аспекты управления отходами, Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе: Сб. докладов Второй международной научно-практической конференции /Под ред. Е.П. Волынкиной: СибГИУ. – Новокузнецк, 2008. – 313 с. ил.
4. OGC-ITIL V3- 6 – Service Lifecycle – Introduction ITIL TSO 2007. – 173 p.
5. *Механизмы управления:* учебное пособие / под редакцией Д.А. Новикова. – М.: ЛЕНАНД, 2011. – 192 с.

УДК 504.06 (075.8)

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

ГАЛАНИНА Т.В., МИРОНОВА С.Ф.

КузГТУ
г. Кемерово

Доля нарушенных земель в Кемеровской области превышает средние показатели по Российской Федерации почти в 10 раз. А по отдельным муниципальным образованиям (города Прокопьевск и Киселевск) процент нарушенных земель превышает общероссийский в несколько сотен раз. В настоящее время на территории Кемеровской области требуют рекультивации свыше 62 тыс. нарушенных земель, из них 90 % нарушено при разработке полезных ископаемых [1].

Проблему восстановления земель усугубил ряд изменений в федеральном законодательстве.

Так, исключение проектов рекультивации земель из перечня объектов экологической экспертизы негативным образом отразилось как на сроках, так и на качестве работ по восстановлению земель. А прекращение с 2008 года сдачи отчетности предприятиями по форме «2-ТП-рекультивация» значительно усложнило принятие на региональном уровне необходимых управленческих решений по вопросу рационального использования земель.

Порядок проведения работ по рекультивации земель определен в постановлении Правительства РФ от 23 февраля 1994 г. N 140 "О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы". Действуют также основные положения о рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы, утвержденные приказом Минприроды России и Роскомзема от 22 декабря 1995г. N 525/67.

Вместе с тем данные нормативно-правовые акты являются актами общего правового регулирования, и не учитывают особенностей экологической обстановки в регионах, а также содержат некоторые пробелы правового регулирования.

Таким образом, вопросы, связанные с рациональным использованием и восстановлением земельных ресурсов представляются нам весьма актуальными.

Предлагаем несколько направлений исследований в области рекультивации:

- улучшение эффективности существующей системы управления природопользованием и качеством окружающей среды
- улучшение качества рекультивации

Улучшение эффективности существующей системы управления природопользованием и качеством окружающей среды:

Для этих целей необходимо принятие поправок к закону «О рекультивации земель», в котором должны быть определены объекты рекультивации, основание, условия и сроки проведения рекультивации, регламентирован порядок выдачи разрешений на проведение работ, связанных с нарушением земель, учет нарушенных земель, порядок приемки и передачи рекультивированных земель, установлен порядок контроля за рекультивацией земель, виды ответственности за нарушение установленных требований.

Закон должен определять экономический механизм обеспечения рекультивационных мероприятий, предусматривающий внесение залоговых платежей в специальный Государственный залоговый фонд или страховой взнос, используемый в дальнейшем на проведение работ по рекультивации.

В рамках существующего законодательства необходимо в Кемеровской области разработать комплексную программу экологического развития Кемеровской области с: обязательным проведением экологиче-

ского мониторинга и экологического аудита предприятий - загрязнителей окружающей среды; разработать и ввести в действие механизм залоговых (страховых) платежей при отводе земельного участка под работы, связанные с нарушением земель; создать некоммерческий фонд рекультивации нарушенных земель с привлечением капитала угольных предприятий; создать единый территориальный кадастр, разработать и принять региональную целевую научно обоснованную программу восстановления нарушенных земель.

Улучшение качества рекультивации, выражающее в применении перспективных способов проведения рекультивации как горно-технического, так и биологического этапов.

В настоящее время рекультивация нарушенных земель является обязательным условием при использовании недр. Однако качество рекультивации остается на очень низком уровне. Причины тому две: первая несопоставимо высокая цена рекультивации, делающей использование природных ресурсов нерентабельным; вторая несовершенство законодательной базы или несовершенство общечеловеческого подхода к использованию природных ресурсов.

Другим методом повышения качества рекультивации является разработка и внедрение современных высокоэффективных технологий восстановления нарушенных земель.

При освоением территорий, имеет место разрушение начальной экосистемы. До какой то степени её эластичность препятствует образованию техногенной экосистемы? При прекращения освоения территории начальная экосистема начинает восстанавливать себя, и этот процесс называется самозарастанием.

Часть начальной экосистемы, существующей до техногенного воздействия и нетронутой во время освоения территории с целью ускорения процесса восстановления, назовем базисной зоной.

В практике техногенного освоения всегда имела место полная рекультивация техногенных территорий и создание новых экосистем, но процесс этот крайне дорогостоящий и экономически не всегда целесообразен для компаний осваивающих территорию. Поэтому зачастую техногенные территории оставляют на самовосстановление (самозаростание). Этот механизм изучается, описывается и применяется. Там где самовосстановление неэффективно, а зачастую разрушительно, имеет место применение частичной рекультивации путем создания рекреационных зон на техногенных территориях.

Из-за того, что механизм взаимодействия техногенных территорий и базисных зон не изучен, проектирование и их создание, скорее искусство, чем точная наука и как правило такие зоны не оказывают ожидаемого эффекта на самозарастание техногенной территории, более того многие рекреационные зоны погибают, что также снижает целесообразность создания рекреационных зон. Гибель базисных зон имеет место по причине того,

что их создание не имеет методологических основ. Участие же в этом механизме базисных зон и принципы их взаимодействия с техногенными территориями не изучены вообще, что не позволяет сегодня оптимально моделировать процессы усиления эластичности начальной экосистемы и укорачивать сроки ее восстановления или же создавать близкую и устойчивую к исходной экосистеме.

Изучению закономерностей механизма взаимодействия базисных зон и техногенных территорий должно быть уделено особое внимание как перспективному направлению рекультивации.

Наш подход реализации данного направления – создание системы базисных зон на техногенных территориях – предполагает использование до проектирования такой системы применения методов и подходов позволяющих максимально снизить затраты на рекультивацию и максимально увеличить эластичность экосистемы. Основная задача – смоделировать систему базисных зон на техногенной территории, которая отвечала бы нескольким требованиям:

1) Значительно усиливала эластичность исходной экосистемы и ускоряла процессы ее восстановления вплоть до климаксного сообщества;

2) Нивелировала техногенную нагрузку на прилегающие территории являющиеся носителями исходной экосистемы;

3) Имела экологическую устойчивость (эластичность) и высокий потенциал самозарастания.

Для реализации этой проблемы мы предполагаем использовать следующие методы:

1) Мониторинг степени техногенного воздействия на территорию;

2) Мониторинг нулевой емкости техногенного ландшафта;

3) Мониторинг и прогнозирование процессов самозарастания техногенных территорий;

4) Мониторинг и прогнозирование изменений техногенных ландшафтов при влиянии на них базисных зон;

5) Мониторинг количественных и качественных характеристик системы базисных зон;

6) Моделирование оптимально упругой системы базисных зон;

7) Оценка новизны этих методов и подходов.

При реализации поставленных проблемы будет раскрыт и описан механизм взаимодействия базисных зон и техногенных территорий; найден принцип управления этим механизмом с целью управления процессами формирования заданных экосистем; найдены методы, направляющие механизм взаимодействия в сторону увеличения эластичности заданных экосистем, позволяющей при высокой нагрузке на экологическую систему техногенной территории базисным зонам ускоренно врастать, адаптироваться и расширять свои границы в пределах отработанных техногенных зон.

Реализация поставленных задач, а именно, улучшение эффективности существующей системы управления природопользованием и качеством окружающей среды и улучшение качества рекультивации в комплексе с мерами организационного характера позволят предотвратить дальнейшее развитие процессов деградации и загрязнения почв и обеспечат реализацию конституционных прав граждан на благоприятную окружающую среду.

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии и охране окружающей природной среды Кемеровской области в 2010 году» – Кемерово, 2010-390 с.

УДК 504.06 : 378.147

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В ПРЕПОДАВАНИИ СПЕЦДИСЦИПЛИН

ВЕЛИЧКО А. В., САМИГУЛИНА Л. А.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

В последние десятилетия на уровне правительств разных стран и мирового сообщества ученых качество образования рассматривается как один из ведущих факторов национальной безопасности. Это связано с появившейся во второй половине 20 века закономерностью: чем выше образовательный и культурный уровень народа, тем динамичнее движется общество по пути цивилизованной экономики, тем больше возможностей создания жизненных условий, достойных человека.

В 1992 г. на Конференции ООН по окружающей среде и развитию лидеры 179 стран приняли новую для мирового сообщества модель развития, основанную на концепции устойчивого развития, трактуемого как «развитие, которое удовлетворяет потребности настоящего времени, но не ставит под угрозу способность будущих поколений удовлетворять свои потребности». Спустя 20 лет на 66-й сессии Генеральной Ассамблее выбранная модель «устойчивого развития» общества получила одобрение и новое развитие. «Сегодня необходимо мобилизовать мир на поддержку экологически устойчивого мироустройства с гарантиями благополучия человечества и с сохранением планеты для будущих поколений» - заявил Генсекретарь ООН [1].

Система образования 21 века должна ориентироваться на модель устойчивого развития, обретая при этом две главные функции: ноогуманистическую, которая сводится к ориентации образовательного процесса на выживание и непрекращающееся развитие всего человечества, и экологическую, акцентирующую внимание на обеспечении сохранения биосферы, природы вообще (Земли и Космоса), благоприятных условий и достатка вещественно-энергетических ресурсов.

Нужна переориентация сознания людей, и в первую очередь молодого поколения, на необходимость сохранения планеты и ее ресурсов как своей жизненной среды, потому что дело не в возросших технологических возможностях человечества, а в том, что использует оно их, оставаясь на прежнем уровне сознания - отношения к себе и к природе. Имеется в виду радикальная смена многих стереотипов [2]:

- человек – не сторонний наблюдатель, а часть Природы (он либо погибнет вместе с ней в экологической катастрофе, либо найдет пути дальнейшей совместимой эволюции);
- человек – не послушный исполнитель, живущий в системе запретов, а ответственная личность, способная перебирать, оптимизировать и генерировать варианты, принимать решения в условиях неопределенности;
- человек – не прагматик, для которого важна лишь сиюминутная польза, а духовная личность, осознающая приоритет культуры над прогрессом;
- человек – не индивидуалист, озабоченный проблемами собственного выживания и благополучия, а личность, открытая другим, их радостям и горестям.

Экологическое образование предполагает непрерывный процесс взаимодействия обучения и воспитания, создание единого образовательного пространства, способствующего проявлению творческих способностей студентов, стремлению к знаниям, выработку самостоятельного критического мышления и умения отстаивать свою точку зрения.

Его целью является формирования ответственного отношения к природе – экологической ответственности. Формирование экологической ответственности – сложный процесс. Его результативность обеспечивается согласованными усилиями идеологии, политики, права, науки, производства, образования, просвещения. Многоаспектность процесса взаимодействия природы и общества обуславливает участие многих научных дисциплин в его изучении и предопределяет тем самым междисциплинарный характер экологического образования.

Следует особо отметить значимость формирования экологического мировоззрения у студентов технических специальностей, поскольку им предстоит работать в научно-производственных сферах, разрабатывать и внедрять новые технологии. И насколько эти внедрения будут способство-

вать сохранению естественной среды обитания людей, зависит от экологической грамотности таких специалистов.

Главное содержание политехнического аспекта экологического образования связано с изучением научных основ безотходных и малоотходных технологий, со знакомством с такими технологическими системами и технологиями, которые оказывают минимальное отрицательное влияние на окружающую среду.

1. Освоение и использование экологически чистых источников энергии и экологически чистых производств. К экологически чистым источникам энергии относятся реки, ветер, солнечное излучение, тепло земли и океанов, волны, приливы и другое. К чистым производствам принадлежат те, которые используют энергию экологически чистых источников, в также те, производственные циклы которых являются замкнутыми. Экологически чистые источники энергии и производства не требуют специальных мер для предотвращения или уменьшения отрицательного влияния на природные системы. Они сами по себе исключают такое влияние.

2. Рациональное использование природных ресурсов или уменьшение затрат энергии и материалов на каждую единицу полезного эффекта. Это предполагает повышение КПД технических устройств и технологических процессов, осуществление безотходных технологий, использование вторичных материалов и топливно-энергетических ресурсов, уменьшение потерь энергии и материалов. Значение рационального использования ресурсов в экологическом отношении состоит в том, что при уменьшении затрат энергии и материалов на каждую единицу полезного эффекта уменьшается и вред для природы, связанный с производством каждой единицы, поскольку это производство приводит к выбросам в окружающую среду загрязнителей.

3. Применение защитных сооружений. В разных типах производства используются различные защитные сооружения, работающие по принципу очистки и сортировки.

Изучение основ безотходных и малоотходных технологий предполагает усвоение студентами таких ведущих понятий, как "экологизация производства", "защитные сооружения", "научные принципы». Анализ учебных планов инженерных специальностей АТП, ХТО, МХП, ЭС, СТЭ, ИВТ в ТИИ Тюм ГНГУ, проведенный Н. А. Поповой [3] показал, что на 1 и 2 курсах введена дисциплина «Экология».

Данный курс рассчитан на один семестр (34 лекционных часа), в течение которого студентов можно лишь в общих чертах познакомить с основными понятиями, проблемами общей и промышленной экологии, тезисно реализуя при этом междисциплинарный подход, знакомя студентов с основами экономики природопользования, юриспруденции (основы права), химии окружающей среды и т. д.

Аналогичное положение складывается и СибГИУ с большинством инженерных специальностей. Однако сдвиги в этом направлении имеются. На направлении подготовки специалистов «Металлургия техногенных и вторичных ресурсов» экологии уделяется больше внимания: «Оценка и пути достижения экологической чистоты металлургического производства», «Экологические проблемы Кузбасса», «Экологические проблемы металлургического производства», «Природоохранная деятельность предприятия». Эти дисциплины позволяют сформировать у студентов системное экологическое мышление, понимание взаимодействия экологических и антропогенных систем.

С целью наибольшей эффективности реализации данного принципа и принципа профессиональной направленности необходимо решать экологические задачи при изучении других дисциплин: химии, концепции современного естествознания, общепрофессиональных и специальных дисциплин.

Это можно сделать через включение в программу курсов решение практических задач имеющих экологическую направленность, например:
Многосернистый мазут имеет следующий состав в весовых процентах:
C – 83,0; H – 10,5; S – 3,0; W (влага) – 3,5.
Определить:
а) расход воздуха на сжигание 1 кг мазута при $\alpha = 1,2$;
б) количество и состав продуктов горения;
в) составить материальный баланс процесса горения;
Из уравнения : $S + O_2 \rightarrow SO_3 \rightarrow H_2SO_4$
определяем количество образующейся серной кислоты. Оно равняется 91,875 граммам.

Таким образом, обосновывается необходимость очистки углеводородного сырья от соединений серы. Учитывая состав нефтяного газа (наличие непредельных соединений, легко полимернзующихся соединений) и газов термохимической переработки угля (HCN, NH_3, смолообразные продукты), для их очистки от H_2S могут быть рекомендованы жидкостные окислительные способы с использованием в качестве окислителя кислорода воздуха и получением в результате очистки элементной серы. Одним из сравнительно недорогих и простых жидкостных окислительных способов очистки может быть способ с применением фталоцианина кобальта (CoPc), активного катализатора жидкофазного окисления H_2S кислородом до элементной серы.

Фталоцианиновые комплексы обладают высокой селективностью, что дает возможность широко их использовать в качестве катализаторов очистки сернистых, азотсодержащих соединений горючих газов, демеркаптанизации фракций нефти.

В настоящее время Всероссийским научно-исследовательским институтом углеводородного сырья (ВНИИУС) г. Казань и Институтом катализа СО РАН г. Новосибирск разработан процесс очистки углеводородного сырья с использованием металлокомплексных катализаторов, в качестве активного компонента в которых применяют фталоцианин кобальта.

При изучении дисциплин: «Химия нефти», «Нефтепродукты», «Первичная переработка нефти и газа», «Химия и технология органических веществ» студенты знакомятся с методиками синтеза МФц, изучают их свойства и области применения. Студентами были получены как свободные комплексы фталоцианина кобальта, так и катализаторы на их основе.

Библиографический список

1. Доклад главы ООН «Жизнеспособная планета жизнеспособных людей: будущее, которое мы выбираем» http://www.un.org/gsp/sites/default/files/attachments
2. Тарасов Л.В. Новая модель общего образования «Экология и диалектика».- М: Авангард, 1993. – С. 6-7.
3. Н.А.Попова//Экологическое образование в техническом ВУЗе – Тобольск: Изд-во ТГПИ, 2004. – С.153-155.

УДК 001.891.5:658.561.1

РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОГНЕУПОРНЫХ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

ГЛАДКИХ И.В., ВОЛЫНКИНА Е.П.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Условия службы огнеупорной футеровки высокотемпературных металлургических агрегатов (конвертеры, плавильные печи, разливочные ковши и др.) характеризуются интенсивными температурными, механическими и химическими воздействиями со стороны расплавов металлов, шлаков и других химически агрессивных продуктов, участвующих в производственном цикле. В связи с этим, основное требование, предъявляемое к огнеупорным материалам, заключается в обеспечении высокой стойкости

футеровки металлургических агрегатов, что позволяет увеличить срок их службы и продолжительность межремонтных периодов.

С другой стороны, особую актуальность для металлургической отрасли в условиях энерго- и ресурсосбережения представляет снижение тепловых потерь и материалоемкости тепловых агрегатов. Известно [1], что применение эффективных теплоизоляционных изделий позволяет снизить материалоемкость конструкций тепловых агрегатов, сократив массу печей в 9-11 раз, непроизводительные тепловые потери в окружающую среду, уменьшить общий расход топлива в печах непрерывного действия в 10-15 раз, в печах периодического действия – на 45 % и более.

Требуемый комплекс технологических и эксплуатационных характеристик огнеупорных и теплоизоляционных материалов в первую очередь обеспечивается свойствами исходного сырья, основными из которых являются огнеупорность, которая должна быть выше 1580 °С, и теплоизоляционные свойства, в частности коэффициент теплопроводности не более 0,5 Вт/(м·К). Кроме того, в значительной степени учитывается наличие и распространенность сырьевых компонентов в природе, а также их стоимость [2].

Сырьем при производстве огнеупоров и теплоизоляционных изделий являются материалы, непосредственно содержащие огнеупорную основу (химические соединения с высокой температурой плавления) или в которых она образуется в результате термообработки сырья (например, при дегидратации или декарбонизации), а также вещества, характеризующиеся высокими теплоизоляционными свойствами. Наряду с традиционным природным сырьем (огнеупорные глины, магнезит, кварцит, высокопористые осадочные горные породы, слюда и др.) для производства огнеупорных и теплоизоляционных материалов в качестве техногенного сырья могут быть использованы различные виды промышленных отходов (огнеупорные отходы, металлургические шлаки, золошлаковые отходы теплоэнергетики и др.). Однако, существующие критерии выбора сырьевых компонентов, применимые к природному сырью, недостаточны и не всегда могут быть использованы применительно к техногенному сырью. Несмотря на возрастающую популярность в последние годы вовлечения в переработку различного вида отходов для получения новых видов сырья и материалов методология оценки техногенного сырья как заменителя традиционных природных сырьевых материалов до настоящего времени не разработана.

Предлагается при оценке качества техногенного сырья для получения огнеупорных и теплоизоляционных материалов использовать следующую структурно-методологическую схему (рисунок 1). Оценка степени пригодности техногенного сырья выполняется поэтапно по следующим параметрам: объем образования, экологическая безопасность, характер образования, химико-минералогический состав и технологические показатели.

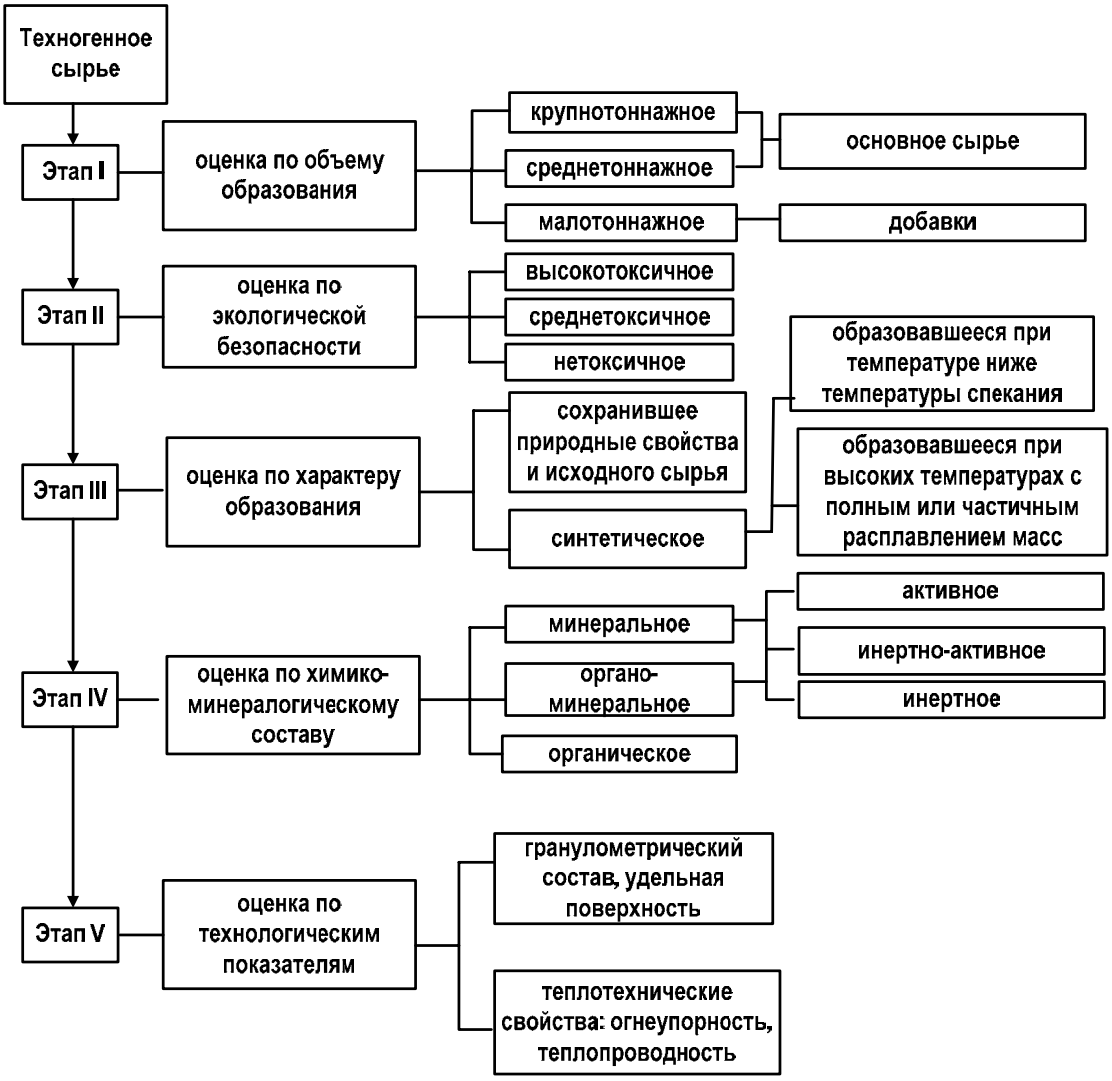


Рисунок 1 – Структурно-методологическая схема оценки качества техногенного сырья при получении огнеупорных и теплоизоляционных материалов

На I этапе техногенное сырье оценивается по объемам его образования и классифицируется как крупнотоннажное (более 1000 тыс. т в год), среднетоннажное (10-1000 тыс. т в год) или малотоннажное (менее 10 тыс. т в год). Крупно- и среднетоннажное техногенное сырье может быть использовано в составе огнеупорных и теплоизоляционных материалов в качестве основного сырья (заполнителей), заменяющего природное, малотоннажное – в виде корректирующих добавок, связующих и т.д.

На II этапе оценивается экологическая безопасность техногенного сырья и устанавливается степень его токсичности. В качестве критериев степени токсичности техногенного сырья предложено использовать класс опасности отходов для окружающей среды, а также радиационную безопасность (РБ) сырья. В соответствии с действующим природоохранным законодательством Российской Федерации класс опасности отходов для окружающей среды определяется по Федеральному классификационному каталогу отходов (ФККО) [3], либо при отсутствии данной позиции в коде отхода расчетным или экспериментальным методом [4]. Радиационная

безопасность техногенного сырья устанавливается по величине удельной эффективной активности естественных радионуклидов $А_{эфф}$ согласно ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение эффективной удельной активности естественных радионуклидов». При оценке экологической опасности техногенное сырье классифицируется на высокотоксичное (I и II классы опасности; 4 класс РБ ($А_{эфф}$ более 1350 Бк/кг)), среднетоксичное (III класс опасности; 2 и 3 классы РБ ($А_{эфф}$ =370-1350 Бк/кг)) и нетоксичное (V и IV классы опасности; 1 класс РБ ($А_{эфф}$ менее 370 Бк/кг)).

На III этапе техногенное сырье оценивается по характеру образования, который обуславливает его химико-минералогический состав и технологические свойства. Сырье классифицируется на сохранившее в процессе образования свойства исходного сырья (например, вскрышные породы или хвосты обогащения полезных ископаемых) и синтетическое техногенное сырье, образовавшееся в результате глубоких физико-химических превращений исходного природного сырья, (например, металлургические шлаки, колошниковая пыль и др.). Синтетическое сырье, в свою очередь, предложено классифицировать на продукты, образовавшиеся при температуре ниже температуры спекания, которые содержат остатки исходного сырья и значительные количества свободных CaO, MgO, SiO_2, например, огнеупорный лом, и продукты, образовавшиеся при высоких температурах с полным или частичным расплавлением масс, представляющие собой кристаллические, стеклообразные или смешанные продукты, например, шлаки, зола-унос и др.

На IV этапе выполняется оценка техногенного сырья по химико-минералогическому составу, определяемому на основе специально проведенных исследований. Химико-минералогический состав и свойства минеральной составляющей техногенного сырья имеют первостепенное значение при обосновании возможности и выборе направления его дальнейшего использования для получения огнеупорных и теплоизоляционных материалов.

В зависимости от содержания в техногенном сырье минеральных и органических компонентов оно подразделяется на минеральное, органоминеральное и органическое. Органическое техногенное сырье в производстве огнеупорных и теплоизоляционных материалов не применяется. Минеральное и органоминеральное техногенное сырье на основании данных о содержании в минеральной части аморфной фазы классифицируется на активное (содержание аморфной фазы более 50 %), инертно-активное (содержание аморфной фазы менее 50 %) или инертное (отсутствие аморфной фазы). Активность сырья определяет способность использования его в качестве активной минеральной добавки, компонента пуццоланового портландцемента или вяжущего. В случае соответствия химико-минералогического состава техногенного сырья составу традиционных природных материалов, оно оценивается, как готовый шихтовый материал,

при несоответствии – может быть использовано в качестве добавки.

Данные о химическом составе минеральной части техногенного сырья, включая содержание основных оксидов (SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3, FeO, CaO, MgO, Na_2O, K_2O) и элементный состав, позволяют обосновать выбор направления его дальнейшего использования, например в качестве заполнителя или вяжущего и сделать прогноз ожидаемых технологических свойств полученных огнеупорных и теплоизоляционных материалов, например огнеупорности, механической прочности, термостойкости. Данные о химическом составе и свойствах органической части техногенного сырья позволяют выявить возможные направления ее неблагоприятного влияния на технологический процесс получения и качество огнеупорных и теплоизоляционных материалов, например, высокое содержание летучих веществ может стать причиной низкой механической прочности композиций, а повышенное содержание углерода приведет к повышенной пористости, недожогу, снижению качества готовых изделий.

На V этапе выполняется оценка техногенного сырья по основным технологическим показателям, что позволяет установить степень его готовности к использованию, определить способы и параметры его обработки. Данные о гранулометрическом составе техногенного сырья позволяют выбрать способ его подготовки к технологическому процессу (например, сортировка, дробление и т.д.) и связанные с этим затраты. От гранулометрического состава и связанного с ним показателя удельной поверхности сырья также зависят такие важные свойства огнеупорных и теплоизоляционных материалов, как макроструктура, пористость, газопроницаемость, анизотропность, что в свою очередь определяет возможность использования изделий в том или ином металлургическом агрегате. Теплотехнические свойства (огнеупорность и теплопроводность) техногенного сырья оценивают принципиальную возможность его применения в качестве шихтовых компонентов огнеупорных и теплоизоляционных материалов и определяют направление использования – в виде огнеупорного заполнителя или пористого заполнителя.

Предлагается количественные значения технологических показателей для огнеупорных заполнителей определять согласно ГОСТ 23037-99 «Заполнители огнеупорные». Для теплоизоляционных материалов определяющее значение имеет теплопроводность, которая зависит от пористости и характеристики пористой структуры, химического состава, степени кристалличности техногенного сырья (доля кристаллической фазы в минеральной части материала, выраженная в %).

Таким образом, разработанная методология оценки качества техногенного сырья позволяет выявить принципиальную возможность его применения для получения композиционных огнеупорных и теплоизоляционных материалов, определить направление его использования (огнеупорный заполнитель, пористый заполнитель, вяжущее), выявить важные техноло-

гические свойства и особенности, спрогнозировать основные параметры технологического режима производства композиционных материалов.

Библиографический список

1. Теплоизоляционные легковесные изделия на основе отходов производства кварцевых огнеупоров [Текст] / В.Н. Соков [и др.] // Новые огнеупоры. – 2002. – № 12. – С. 39-44.
2. Стрелов К.К. Теоретические основы технологии огнеупорных материалов [Текст] : учеб. пособие для вузов / К.К. Стрелов, И.Д. Кащеев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Металлургия, 1996. – 486 с.
3. Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО) [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://www.adm.yar.ru/dgrhd/ZAKON/lic/osnovnie_na/Prikaz_MPR_02122002_786.htm.
4. Приказ МПР от 15.06.2001г. № 511 «Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» [Электронный ресурс]: Режим доступа :. http://www.dioxin.ru/doc/prikaz511.htm

УДК 504.5:622

СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНАХ СТРАНЫ ЗА СЧЕТ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ В КАРЬЕРАХ И ОТВАЛАХ

ГАВРИШЕВ С.Е., ПЫТАЛЕВ И.А., ОСИНЦЕВ Н.А., ГАПОНОВА И.В.

ФГБОУ МГТУ им.Г.И. Носова
г. Магнитогорск

Основной спецификой промышленного освоения территорий в 30-60-е годы прошлого столетия являлось строительство заводов вблизи крупных месторождений полезных ископаемых, которые в большинстве случаев стали градообразующими предприятиями. Многие месторождения разрабатывались открытым способом.

На сегодняшний день вокруг городов с тяжелой промышленностью насчитываются десятки отработанных и действующих карьеров, являющихся источниками загрязнения окружающей среды. Несмотря на истощение близлежащей сырьевой базы, перерабатывающие предприятия продолжают функционировать за счет использования сырья из других регионов, стран и континентов. Это приводит к постоянному отчуждению земель под складирование отходов. Несмотря на давность и большое количество исследований в области экологизации производства, проблема утилизации и переработки промышленных отходов остается в настоящее время особо актуальной.

Только в Российской Федерации каждый год образуется около 7 млрд. т всех видов отходов, из которых используется лишь 2 млрд. т, что не превышает 29 % [1]. В соответствии с действующими требования по обращению с отходами на территории Российской Федерации, объектами для их размещения могут быть только специально оборудованные сооружения. В настоящее время, такими сооружениями для отходов горнодобывающего и обогатительного производств являются шламохранилище, хвостохранилище, отвал горных пород [2]. Отходы металлургической и перерабатывающей промышленности, в соответствии с теми же требованиями, необходимо размещать на специально оборудованных полигонах, строительство которых требует значительных финансовых затрат на отведение дополнительных территорий.

В результате анализа функционирования большинства отечественных горнодобывающих предприятий установлено, что отвалы вскрышных пород, складируемые на поверхности земли, практически не используются, так же как и выработанное карьерное пространство. Промышленные предприятия ежегодно образуют значительное количество отходов, в связи с чем, использование карьеров и отвалов в качестве емкостей для их размещения является перспективным направлением повышения эффективности функционирования горнодобывающих предприятий и снижения экологической нагрузки на природную среду.

Горнодобывающее производство подошло к новому этапу своего развития и способно поставлять на рынок не только добываемое полезное ископаемое, но и сформированные в процессе ведения горных работ техногенные георесурсы в виде емкостей для размещения промышленных отходов. Еще одной проблемой, характерной для промышленных регионов является отсутствие свободных территорий не только для размещения промышленных отходов, но и для строительства новых производственных мощностей и расширения существующих. В связи с этим, выработанное пространство и поверхность отвалов вскрышных пород, расположенные в непосредственной близости от действующих или планируемых производственных мощностей промышленного назначения, являются перспективными объектами пригодными для размещения данных производств. Формирование отвалов вскрышных пород, карьерного пространства с учетом дальнейшего их использования в качестве заменителей некоторых природных и производственных ресурсов позволит отнести их к новым видам продукции горного производства или к новым техногенным георесурсам [3]. Реализация данного подхода возможна только в случае целенаправленного формирования пространства карьера и отвалов вскрышных пород под определенное направление дальнейшего их использования, в том числи и для размещения в них промышленных отходов.

При использовании отвалов вскрышных пород и выработанного пространства карьеров, для размещения промышленных отходов, необходимо в процессе ведения открытых горных работ предусмотреть ряд мероприятий. К таким мероприятиям, в первую очередь, относятся: изменение схемы вскрытия, селективное складирование вскрышных пород, формирование обособленных емкостей (карт), изоляция дна и основания, бортов и откосов соответственно карьера и отвалов с целью предотвращения взаимодействия загрязняющих веществ с окружающей средой, создание первоначального фронта работ по отсыпке промышленных отходов и др.

На стадии проектирования карьера необходимо предусмотреть использование внутрикарьерных площадок для временного формирования внутреннего отвала (рисунок 1, а), а также сооружение площадок примыкания в конце стационарных съездов через каждые 2-4 уступа размером, зависящим от применяемого оборудования и достаточным для создания первоначального фронта работ по отсыпке отходов (рисунок 1, б). Каждый горизонт выработанного карьерного пространства предлагается рассматривать как карту для размещения промышленных отходов. В случаях, когда размеры карты не позволяют осуществлять безопасное размещение отходов, предлагается использовать материалы внутреннего отвала для разделения горизонта на необходимое количество карт.

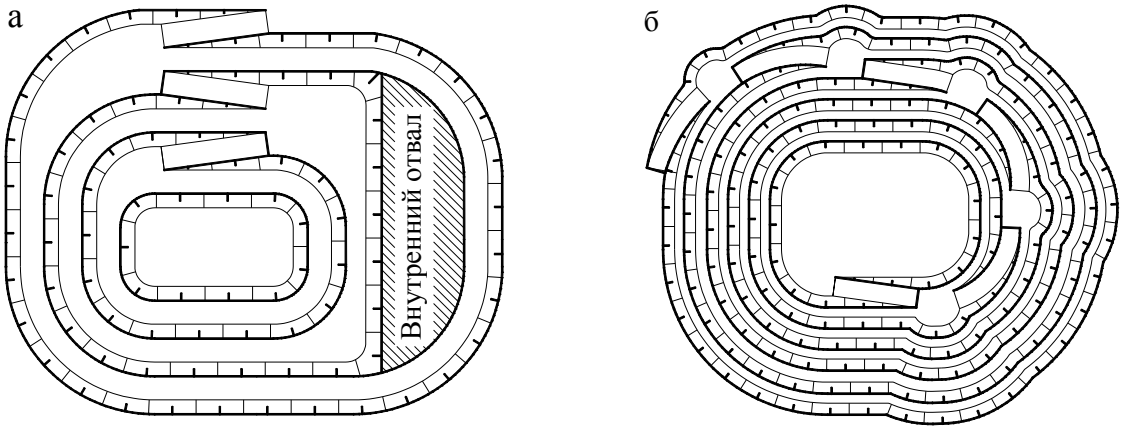


Рисунок 1 – Формирование карьерного пространства в виде емкостей для размещения промышленных отходов

На стадии эксплуатации карьера, использование его выработанного пространства в качестве емкости для размещения промышленных отходов, как правило, не представляется возможным, поэтому на данном этапе целесообразно формировать отвал вскрышных пород в виде емкостей для размещения отходов (рис. 2, а).

При полной отработке запасов месторождения, размещение промышленных отходов возможно с использованием существующих отвалов вскрышных пород. Формирование емкостей целесообразно осуществлять двумя способами:

1 – на отвале, с использованием материалов самого отвала, то есть в одной его части укрепляются откосы и формируется площадка, на которой будут сооружаться емкости для размещения отходов (рис. 2, б).

2 – рядом с отвалом, используя откос (рис. 2, в). Для создания емкостей осуществляется перевалка части вскрыши существующего отвала и формирование с ее использованием емкости вдоль одного из откосов. При этом целесообразно обеспечить минимальную ширину вала поверху, достаточную лишь для обеспечения одностороннего проезда автотранспортных средств, так как заполнение емкости будет осуществляться со стороны основного отвала, по существующим транспортным коммуникациям.

Формирование отвалов необходимо осуществлять с учетом устойчивости их откосов. Принятие решения о необходимости увеличения высоты отвала и формирование дополнительного яруса с целью создания в нем емкости для размещения промышленных отходов должно сопровождаться соответствующими работами по определению коэффициента запаса устойчивости откосов отвала с учетом физико-механических свойств пород его основания.

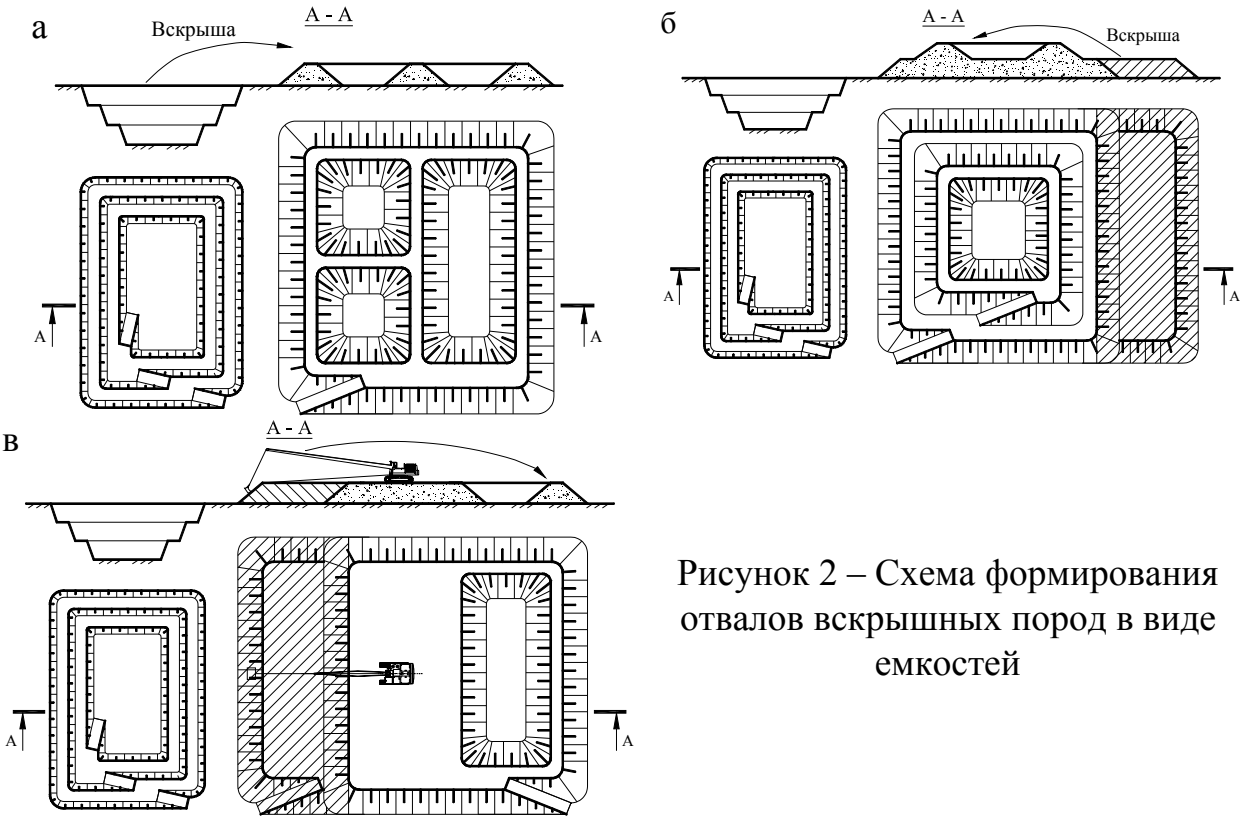


Рисунок 2 – Схема формирования отвалов вскрышных пород в виде емкостей

Класс опасности промышленных отходов, которые будут размещаться в целенаправленно сформированные отвалы вскрышных пород и пространство карьера обуславливает ценность этих карьеров и отвалов [4].

Ценность карьера и отвала, при условии, что собственник отходов одновременно является собственником данных горнотехнических сооружений, определяется по формуле:

$$Ц_{в.п.к}^{собств} = K_{Деф}\left(1 - K_{Д}\right)\cdot\sum_{t=1}^{T}\left(\sum_{i=1}\sum_{j=1} V_j \cdot \rho_i \cdot C_{лі.отх} \cdot \eta_t\right) - З_1 - З_2, \qquad 1)$$

где V_j– объем j-той карты для размещения i -го отхода, м^3;

$K_Д$ – доля нормативной платы при размещении промышленных отходов на специализированных полигонах и площадках;

$K_{Деф}$ – коэффициент дефляции;

ρ_i – плотность отходов, т/м^3;

$C_{лі\ отх}$ – ставка платы за размещение 1 т i-го отхода в пределах установленных лимитов, руб.;

η_t – коэффициент дисконтирования;

t – шаг моделирования, годы (t=1, 2, ..,T);

T – период заполнения емкости, лет;

i – вид размещаемого отхода;

j – количество карт, создаваемых в выработанном пространстве;

$З_1$ – затраты на размещение отходов, руб.;

$З_2$ – затраты на формирование выработанного карьерного пространства и вспомогательные мероприятия, обеспечивающие размещение отходов, руб.

Ценность карьера и отвала, при условии размещения в них промышленных отходов сторонних предприятий, определяется по формуле:

$$Ц_{в.п.к.,отв}^{сторон} = V_e\left(З_Ф + З_р\right)\left(1 + \frac{R}{100}\right), \qquad 2)$$

где V_e – объем размещаемых промышленных отходов, м^3;

$З_ф$ – дисконтированные затраты на формирование 1 м^3 емкости, руб./м^3;

$З_р$ – дисконтированные затраты на размещение 1 м^3 промышленных отходов, руб./м^3;

R – закладываемый уровень рентабельности, %.

Выбор способа формирования отвала и карьера в виде емкостей для размещения промышленных отходов определяется стадией функционирования горнодобывающего предприятия, источниками промышленных отходов и ценностью данных емкостей, в соответствии с разработанным алгоритмом (рисунок 3).

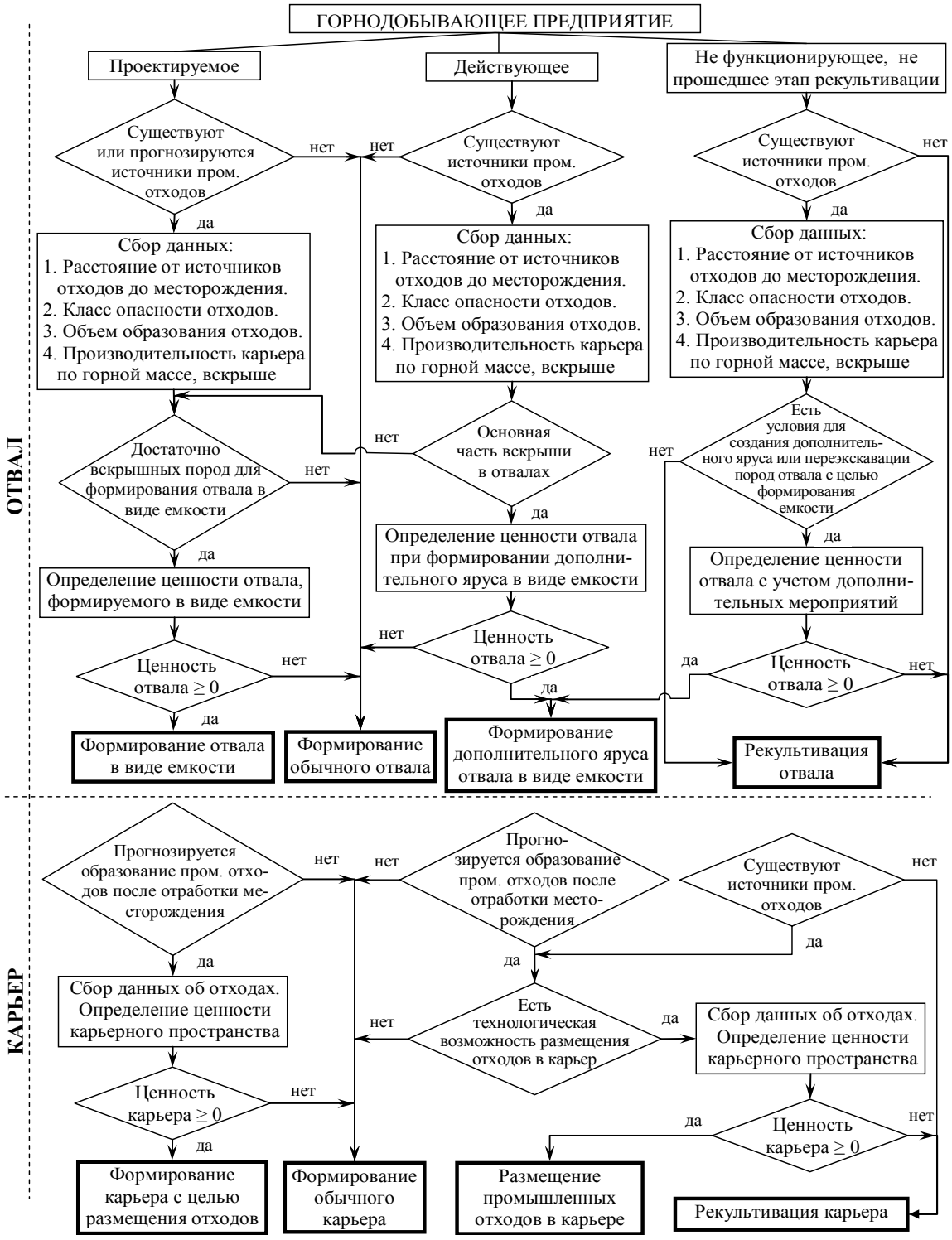


Рисунок 3 – Алгоритм выбора способа формирования отвала и карьера в виде емкостей для размещения промышленных отходов

Таким образом, использование выработанного пространства карьеров и отвалов вскрышных пород является одним из перспективных направлений по снижению экологической нагрузки в промышленных регионах. Кроме того, это позволит повысить эффективность разработки месторождений полезных ископаемых открытым способом и обеспечить комплексное освоение недр Земли.

Библиографический список

1. Федеральная целевая программа «Отходы» // Российская газета. – 1996. – 25 сентября.
2. Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 10 июня 1998 года (с изм. и доп., согл. ФЗ от 29.12.2000 N 169-ФЗ, от 10.01.2003 N 15-ФЗ)
3. Гавришев С.Е., Пыталев И.А. Перспективные направления использования отвалов и выработанного карьерного пространства // Вестник МГТУ им Г.И. Носова. Магнитогорск. 2007 г. №4.
4. Гавришев С.Е., Пыталев И.А., Павлова Е.В. Определение ценности техногенных георесурсов // Вестник МГТУ им Г.И. Носова. Магнитогорск. 2010 г. №2.

УДК 338.465

РОЛЬ ТРЕТЬЕГО СЕКТОРА В РЕШЕНИИ ВОПРОСА УТИЛИЗАЦИИ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Зырянова У. П.

Ульяновский филиал Академии при Президенте Российской Федерации г. Ульяновск

За прошедшее десятилетие в России стал формироваться независимый негосударственный некоммерческий сектор (его часто называют третьим), базирующийся на гражданских инициативах в (преимущественно) непроизводственной сфере, в том числе и в экологии. Экологические общественные (grass-root) организации являются в нашей стране одними из первых структур гражданского общества: еще в 1960-70-е гг. сложилась сеть студенческих Дружин охраны природы, которые действовали в большинстве университетов. Большая часть экоактивистов – это бывшие члены Дружин, которые и по сегодняшний день являются «кузницей кадров» не только для организаций экологического движения, но и для природоохранных органов власти всех уровней.

Развитие и поддержка экологических общественных организаций является одним из важнейших аспектов ведения эффективной экологической политики на региональном уровне. В Ульяновской области становление экологического движения в образе экологических общественных организаций следует датировать 2000-2001 гг. Именно в это время появились такие общественные экологические организации, как Ульяновское отделение Всероссийского общества охраны природы, Приволжский межрегиональный общественный фонд «Экологическое содействие», Ассоциация экологических общественных объединений Ульяновской области, Институт социальной экологии и устойчивого развития, Областная детско-юношеская «ЮНЭКО».

Ульяновское отделение Всероссийского общества охраны природы – это наиболее многочисленная организация, насчитывающая около 15 тыс. членов. В 2001 году были созданы 2 новых организации: Ульяновское го-

родское и Димитровградское городское общества охраны природы. Наиболее значимые акции: «В третье тысячелетие с парком у каждого села, каждой деревни, каждого дома» и работы по очистке Языковских прудов. Заслуживает внимание работа «О переработке автомобильных шин и других отходов резиново-технических изделий» и проект «Сбор и переработка полиэтиленовых отходов в местной промышленности».

Приволжский межрегиональный общественный фонд «Экологическое содействие» – фонд, который имел региональные отделения в Республике Татарстан и Самарской области. Это первое и единственное на тот момент межрегиональное общественное объединение (не только среди экологических организаций), руководящие органы которого размещены в г. Ульяновске. Приоритетными направлениями Фонда экологического содействия являлись: экологическое воспитание и просвещение населения, подрастающего поколения, разработка и внедрение экологически ориентированных систем развития городской среды, разработка и внедрение программ по оптимизации системы управления отходами. Фонд являлся учредителем газеты «Экологическое содействие» и журнала «Лесовичок. Лесные истории». Денежные средства формировались за счет вкладов участников Фонда и пожертвований юридических и физических лиц.

Организаторы Фонда сформировали в Ульяновской области Оргкомитет по проведению Гражданского Форума и возглавляли делегацию на Всероссийском Форуме, проводившемся в 2001 году в Государственном Кремлёвском дворце съездов в Москве. Данным Фондом велись работы по оптимизации сферы обращения отходов и реформированию ЖКХ.

В связи с ликвидацией целевых фондов и созданием Бюджетного кодекса, данный общественный фонд прекратил свое существование.

Институт социальной экологии и устойчивого развития – организация, существующая одна из немногих и по сей день. Основная цель – практическая реализация природоохранных проектов, расчёты проектов нормативов образования и лимитов размещения отходов, предельно допустимых выбросов и сбросов.

Ассоциация экологических общественных объединений Ульяновской области – создана бывшим участником общественной организации «Институт социальной экологии и устойчивого развития» с целью консолидации усилий экологических организаций (не только некоммерческих) в создании благоприятной для проживания населения окружающей среды.

Областная детско-юношеская «ЮНЭКО» или «Юный эколог» – общественное негосударственное, некоммерческое объединение граждан, которые активно занимаются природоохранной деятельностью, в том числе и экологическим образованием. Насчитывала в 2002 году более 7 тыс. человек. Проводит операции «Живи родник!», «Муравей», «Река моего детства», «Айболит», «Живая ель», «Помоги птицам зимой».

На сегодняшний день основными проблемами в развитии и поддержке общественного экологического движения в Ульяновской области следует обозначить следующие вопросы:

- широкий спектр экологических ситуаций с необходимым участием в них населения и экологически ориентированных общественных объединений граждан;

- недостаточный уровень подготовленности населения для участия и поддержки общественного экологического движения;
- низкий уровень участия населения и экологически ориентированных общественных объединений граждан в решении экологических проблем;
- отсутствие законодательных, иных нормативных правовых актов, а также методических документов по вопросам общественного экологического движения;
- отсутствие системы привлечения населения и экологически ориентированных общественных объединений граждан к обсуждению и решению экологических проблем;
- отсутствие сетей организаций общественного экологического движения;
- малая доступность экологической информации для населения и экологически ориентированных общественных объединений граждан.

В данном направлении следует выделить следующие инструменты экологического управления:

1) Разработка региональных законодательных, иных нормативных и правовых актов, а также методических документов по вопросам общественного экологического движения.

В Ульяновской области отсутствует региональная законодательная база по вопросам общественного экологического движения, что не позволяет финансировать и регламентировать работу населения и общественных объединений граждан по вопросам общественного экологического контроля, мониторинга, экспертизы, исполнения экологически значимых решений, проведению общественных экологических слушаний и т.д. Для решения этих проблем необходима разработка законодательных, иных нормативных и правовых актов, а также методических документов, базирующихся на принципах законности, преемственности и этапности. Наличие законодательной базы по вопросам общественного экологического движения позволит обеспечить развитие и поддержку активности населения и экологически ориентированных общественных объединений граждан.

2) Создание сети экологически ориентированных общественных объединений граждан.

В Ульяновской области на сегодняшний день зарегистрировано 3 экологически ориентированных общественных объединения граждан.

Ульяновская молодёжная общественная организация «Экологический клуб «Ёж» создана в начале 2001 года из инициативной группы, функционирующей с 1998 года, из числа студентов и аспирантов экологического факультета Ульяновского государственного университета. На сегодняшний момент в экоклубе работают в качестве добровольцев порядка 30 человек.

Основная миссия экоклуба – активная природоохранная деятельность, основанная на принципах сплочённости, коллективного творчества и уважения прав человека, направленная на сохранение дикой природы Ульяновской области и воспитание у молодёжи чувства ответственности за будущее природы России.

Основные направления, которыми занимается Экоклуб «Ёж»: ядерная и радиационная безопасность; экологический мониторинг водных экосистем; борьба с браконьерством в особо охраняемых природных территориях (ООПТ); общественная поддержка развития экологического парка г. Ульяновска «Чёрное озеро»; прохождение альтернативной гражданской службы по экологическим специальностям; молодёжная занятость и досуг.

На счету у Экоклуба «Еж» числятся следующие мероприятия:

– Операция «Нерест» (рейды по борьбе с браконьерством в период нереста на территории национального парка «Марий Чодра» (республика Марий Эл);

– Акция «Мертвый лес-2001» (привлечение внимания населения к проблеме вырубки хвойных пород деревьев к новогодним праздникам);

– Регулярные Рейды и семинары по борьбе с браконьерством (выезды в заповедники «Алтайский» (республика Алтай), «Присурский» (республика Чувашия), национальный парк «Марий Чодра» (республика Марий Эл);

– Операция «ТЭЦ». Серия рейдов по охране уток на водоеме-охладителе ТЭЦ-1 – единственном месте зимовки диких птиц в черте г. Ульяновска;

– Операция «Ель». Серия ночных рейдов по охране редких пород деревьев в Ульяновском дендропарке;

– Научная экспедиция «Сура-2001» в рамках программы «Малые реки Ульяновской области». Комплексное изучение современного экологического состояния реки Сура и ее пойменных водоемов;

– Первый региональный конкурс рисунков «Будущее России – ядерное или безъядерное?» Как население относится к развитию атомной энергетики и строительству АЭС в Ульяновской области.

Особое внимание заслуживают Ульяновская детская общественная организация «Юный эколог» и Симбирское отделение Союза охраны птиц России.

Ульяновская детская общественная организация «Юный эколог» создана в 2002 году и насчитывает на сегодняшний день более 15 тыс. человек.

Симбирское отделение Союза охраны птиц России – общественная организация, созданная инициаторами-орнитологами для привлечения внимания широкой общественности к вопросам охраны птиц. В 2009 членами Симбирского отделения СОПР создан официальный сайт «Птицы Среднего Поволжья».

Однако сеть экологических общественных организаций отсутствует в Ульяновской области, что затрудняет создание единого информационного и функционального пространства.

Построение сети должно базироваться на следующих принципах: комплексность, преемственность, доступность, демократичность.

3) Обеспечение доступа населения и экологически ориентированных общественных объединений граждан к информации, имеющей непосредственное отношение к формированию экологической ситуации на территории.

В первую очередь необходимо осуществлять информирование населения, общественных объединений о проводимых Администрацией Ульяновской области мероприятий по экологическим вопросам. Второе – организация пунктов и форм доступа населения и экологически ориентированных общественных объединений граждан к экологической информации.

4) Материальная поддержка различных форм участия населения и экологически ориентированных общественных объединений граждан в решении экологических проблем.

В Ульяновской области отсутствует система материальной поддержки общественного экологического движения. Как правило, деятельность осуществляется за счет грантов или при поддержке местных властей.

Необходимо внести в региональные нормативные документы положения, позволяющие использовать механизмы материального обеспечения (аренда зданий, транспорта, оборудования и др.), льготного кредитования и налогообложения общественных экологических организаций, а также разработать нормативные документы, регламентирующие участие общественных организаций в выполнении социальных заказов на грантовой основе. Материальная поддержка различных форм участия населения и экологических общественных организаций населения и экологических общественных организаций позволит эффективно использовать опыт и потенциал людей, привлекая их для решения важных региональных экологических проблем, сохранять и распространять положительный опыт, накопленный в предыдущие периоды, а также развивать и укреплять общественное экологическое движение.

Что касается проблемы организации сбора и утилизации отходов производства и потребления, то ситуация на сегодняшний день очевидна – муниципальные органы власти не в силах справиться в одиночку с этой проблемой. Муниципальные программы, направленные на раздельный сбор отходов (Городская целевая программа «Чистый город», например), как правило, не имеют такой эффективности, как например общественные акции, проводимые активными движениями («Сделаем вместе», например). В 2012 году впервые на территории Ульяновской области под организацией российского активного движения «Сделаем вместе» (аналог западного движения «Let’s do it together»)была проведена самая массовая акция по уборке мусора на большей части территории Ульяновской области. Благодаря инициаторам было проведено широкомасштабное информирование посредством социальных сетей, рекламных роликом, СМИ граждан Ульяновской области. В результате Данный регион побил все рекорды относительно других регионов РФ по количеству участников.

Таким образом, для решения проблем экологического характера, в том числе связанных с деятельностью по обращению с отходами производства и потребления, необходимо взаимодействие и активное участие всех трех секторов экономики: государственного, коммерческого и общественного.

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Ульяновской области в 2010 году». – Ульяновск, 2011. – 175 с.
2. Социокультурные основания деятельности современных неправи-

тельственных организаций. – М.: Институт социологии РАН, 2010. [Электронный ресурс] http://www.isras.ru/inab_2010_01.html.
3. Общественное участие: теория и практика взаимодействия заинтересованных сторон в развитии местного сообщества / Авт.-сост.: Е.В. Перфильева, Н.В. Мальцева, К.И. Степаненко, О.С. Чиликова, К.В. Шипилова. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – 46 с.
4. Халий И.А. Современные общественные движения: инновационный потенциал российских преобразований в традиционалистской среде / М.: Институт социологии РАН, 2007. [Электронный ресурс] http://www.isras.ru/inab_2010_01.html. : сайт Института социологии РАН http://www.isras.ru/files/File/Publication/monogr_Halyi_2007.pdf.

УДК 658.567.1.691

МОДЕЛЬ РАБОТЫ С ВТОРИЧНЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ

ПАНОВА В.Ф., ПАНОВ С.А.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Накоплен и обобщен опыт работы с техногенными продуктами для применения их в производстве строительных материалов и изделий [1-4]. В настоящей работе изложена поэтапность исследования их как сырья для стройиндустрии, а также методика оценки породы как заполнителя и компонента вяжущего. Доказана сходимость результатов исследований по составу бесклинкерного вяжущего, полученного по расчету и трудоемкому лабораторному эксперименту.

Вторичные минеральные ресурсы (ВМР) можно рассматривать по отраслевому признаку, но наиболее эффективная классификация для оценки ВМР как сырья − по агрегатному состоянию и по коэффициенту основности, что дает возможность на первом этапе определить направленность применения их в стройиндустрии.

Классификация ВМР по агрегатному состоянию:

− группа А – продукты, не утратившие природных свойств (карьерные остатки при добыче пород и хвосты обогащения руды и природного угля). Это природное сырье, которое не претерпевает физико-химических изменений;

− группа Б – отходы, полученные в результате глубоких физико-химических и термических процессов. Это продукты, полученные при высоких температурах или из расплава при скоростном или медленном охлаждении, а также из растворов солей нерастворимых соединений. Эти продукты обладают скрытой активностью, энергией;

− группа В – продукты, образовавшиеся при длительном хранении в шлаконакопителях, продукты распада или самопроизвольного обжига, например, горелые породы.

Предлагается последовательность работы с ВМР.

На *первом этапе* необходимо оценить агрегатное состояние и объемы накопления техногенного продукта, т.е. экономичность его изучения и последующего применения.

Далее необходимо проверить экологичность: радиоактивность и токсичность (этап *2*). Классификация материалов по радиоактивности осуществляется по ГОСТ 30108 − 94 «Материалы и изделия строительные. Определение эффективной удельной активности естественных радионуклидов», который регламентирует возможность использования сырья и область его применения в строительстве. К радиоактивным элементам отнесены Ra^{226}, Th^{232} и K^{40}. Суммарная эффективная удельная активность естественных радионуклидов ($A_{эфф}$) определяется по формуле:

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

где A_{Ra}, A_{Th} и A_{K} – радиоактивность соответствующего элемента.

Для всех видов строительства применимы породы, для которых $A_{эфф} < 370$ Бк/кг.

Содержание токсичных веществ, выделяемых строительным сырьем в воздух, не должно превышать предельно допустимой концентрации (ПДК), указанной в гигиенических нормативах ГН 2.1.6.695 – 98 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест». К основным токсичным веществам относятся: оксиды MnO_2, NO_2, CO, SO_2; мышьяк, ртуть, свинец; пыль, сажа; сернистые соединения PbS, H_2S, H_2SO_4, SO_2, CS_2; фтор; фтористый и хлористый водород.

В случае соответствия показателей (радиоактивности, токсичности) изучаемых продуктов нормативам далее идет оценка вещественного и химико-минералогического состава сырья (этап *3*). Зная химический состав, предлагается рассчитать коэффициент основности ($K_{осн}$) по следующей зависимости:

$$K_{осн} = \frac{(CaO + 0{,}93MgO + 0{,}6R_2O) - (0{,}55Al_2O_3 + 0{,}35Fe_2O_3 + 0{,}7SO_3)}{0{,}93SiO_2}, \qquad (1)$$

где CaO, MgO, R_2O, Al_2O_3, Fe_2O_3, SO_3, SiO_2 – содержание соответствующего компонента, %.

В формуле уменьшаемое в числителе показывает общее содержание щелочного компонента («условного» оксида кальция CaO), вычитаемое определяет количество оксида кальция, связанного соответствующими оксидами. Разница между ними составляет количество свободного оксида кальция, который при определенных условиях может образовывать силикаты кальция. Количество кислотных оксидов, которые участвуют в образовании силикатов кальция, зафиксировано в знаменателе.

Коэффициент основности позволяет предварительно оценить активность продукта и направление его применения (рисунок 1).

Далее определяется возможность применения ВМР как готового сырьевого материала, не требующего подшихтовки (этап *4*). Подбираются активизирующие добавки, разрабатываются составы шихт (этап *5*). После экспериментальной лабораторной и промышленной апробации и получения положительных результатов (этап *6*) разрабатывается и утверждается технологический регламент на изготовление строительных изделий (этап *7*).

Направление использования

Стекло Ситаллы Заполнитель в т.ч. для силикатных материалов	Керамика Заполнитель в т.ч. для силикатных материалов	Безобжиговые материалы Заполнитель в т.ч. для силикатных материалов Минеральная вата	Вяжущие вещества, в т.ч. для силикатных материалов	
Ультракислые	**Кислые**	**Нейтральные**	**Основные**	**Ультраосновные**
- ∞ 0	**0,8**	**1,2**	**1,6**	**+∞** $K_{осн}$
	Отходы углеобогащения Золы каменноуголь - ные (Кузбасские) Доменные шлаки	Золы каменноугольные (Кузбасские) Хвосты обогащения железной руды Доменные шлаки	Сталеплавильные шлаки Шламы	Золы буроугольные (Красноярский край) Газоочистная пыль известкового хозяйства

Сырьевые материалы (техногенные отходы)

Рисунок 1 – Определение направления использования техноген-
ных продуктов по коэффициенту основности

Для использования исследуемых отходов в качестве заполнителя необходимо их проверить на распады (рассыпание).

Известно, что с повышением содержания оксида кальция (CaO) в составе сырья оно склонно к *известковому* и *силикатному* распаду. Находящийся в сырье двухкальциевый силикат из неустойчивой формы ($\gamma \cdot CaO \cdot SiO_2$) при 675 °С переходит в стабильное состояние ($\beta \cdot 2CaO \cdot SiO_2$), что сопровождается увеличением его объема на 10 %, в результате порода растрескивается и рассыпается. Проверить стойкость промышленных минеральных отходов к силикатному распаду можно по формулам:

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

где ∑RO – сумма содержаний всех оксидов (за исключением содержаний CaO и SiO_2), %.

Техногенные продукты являются стойкими к распаду, если $SiO_{2\,min} < SiO_{2\,факт}$, а $CaO_{max} > CaO_{факт}$. Лабораторный способ проверки на силикатный распад – пропаривание пробы (ТВО).

Известковый распад характерен для отходов с повышенным содержанием свободного оксида кальция, при гидратации которого увеличение его объема может доходить до 2,5 раз. Гидратация оксида кальция осуществляется по реакции $CaO + H_2O \rightarrow Ca(OH)_2$.

Лабораторный способ проверки на известковый распад – пропаривание (ТВО) и выдерживание в воде.

Металлический распад происходит вследствие гидратации сернистых соединений металлов: FeS, MnS, ZnS, *Me*S под влиянием атмосферной влаги.

В результате реакции $FeS + H_2O = Fe(OH)_2 + H_2S$ объем увеличивается на 38 %. Лабораторная проверка осуществляется путем выдерживания пробы в дистиллированной воде в течение 30 сут. с последующей сушкой, просеиванием.

Пример расчета двухкомпонентной шихты из ВНР для получения цемента по коэффициенту основности приведен ниже.

Для разработки бесклинкерного вяжущего рекомендуется применить коэффициент основности шихты в пределах 1,2 – 1,6.

Выбирается два вида сырья: *1* – $K_{осн} < 1$, т.е. сырье с недостатком оксида кальция; *2* – $K_{осн} > 1$, т.е. сырье с некоторым избытком оксида кальция. Задается необходимое значение $K_{осн} = n$. Для нахождения соотношения количества компонентов необходимо решить уравнение, в котором в числителе описан химический состав компонента с $K_{осн} > 1$, а в знаменателе – компонента с $K_{осн} < 1$:

$$\frac{\left[\left(CaO + 0{,}93MgO + 0{,}6R_2O\right) - \left(n0{,}93SiO_2 + 0{,}55Al_2O_3 + 0{,}35Fe_2O_3 + 0{,}7SO_3\right)\right]x}{\left(n0{,}93SiO_2 + 0{,}55Al_2O_3 + 0{,}35Fe_2O_3 + 0{,}7SO_3\right) - \left(CaO + 0{,}93MgO + 0{,}6R_2O\right)} = 1, \quad (2)$$

где n – заданное для шихты значение $K_{осн}$; x – количество массовых частей «основного» компонента с $K_{осн} > 1$ на одну весовую часть «кислого» ($K_{осн} < 1$) компонента.

Рассчитывается состав шихты в частях и в процентах.

Пример расчета состава шихты для получения вяжущего

В качестве основного компонента применен доменный шлак. С целью получения цемента в качестве добавки использована известь (вариант 1).

Необходимо рассчитать (недостающее) содержание оксида кальция для получения шихты с заданным ($К_{осн}$ = 1,6) коэффициентом основности из уравнения

$$1{,}6 = \frac{\left(\mathrm{CaO} + 0{,}93 \cdot 6{,}55\right) - \left(0{,}55 \cdot 10{,}36 + 0{,}35 \cdot 0{,}37\right)}{\left(0{,}93 \cdot 38{,}07\right)}.$$

По расчету содержание оксида кальция составило 56,4 %. Однако в доменном шлаке оксида кальция уже содержится 42,01 % (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав сырьевых материалов

Сырье	Содержание, %									
	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	K_2O	Na_2O	MnO	P_2O_5
Гранулированный доменный шлак	38,8	0,94	10,36	42,01	6,55	0,37	0,56	0,49	0,62	<0,3
Известковая пыль	3,95	0,05	1,07	61,79	1,21	3,77	0,10	0,30	0,03	–

Недостающее количества кальция (известь) составит 56,40 – 42,01 = 14,40 % щелочного компонента.

Для получения вяжущего известь можно заменить пылью газоочистки известкового производства (вариант 2). Расчет количества известковой пыли как щелочного активизатора шлака для получения вяжущего приведен ниже.

По формуле (2) необходимо рассчитать, какое количество щелочного компонента ($К_{осн} > 1$) нужно добавить в шлак ($К_{осн} < 1$) для повышения коэффициента основности смеси до 1,6. Таким образом,

$$\frac{\left[\left(61{,}79 + 0{,}93 \cdot 1{,}21\right) - \left(1{,}6 \cdot 0{,}93 \cdot 1{,}21 + 0{,}55 \cdot 1{,}07 + 0{,}35 \cdot 3{,}77\right)\right]x}{\left(1{,}6 \cdot 0{,}93 \cdot 38{,}07 + 0{,}55 \cdot 10{,}36 + 0{,}35 \cdot 0{,}37\right) - \left(42{,}01 + 0{,}93 \cdot 6{,}55\right)} = 1;$$

$$\frac{\left[\left(61{,}79 + 1{,}125\right) - \left(1{,}8 + 0{,}59 + 1{,}32\right)\right]x}{\left(56{,}65 + 5{,}7 + 0{,}13\right) - \left(42{,}01 + 6{,}09\right)} = 1;$$

$$\frac{\left[62{,}92 - 3{,}71\right]x}{62{,}48 - 48{,}1} = 1,\ x = 0{,}24.$$

Установлено, что на одну часть доменного гранулированного шлака необходимо добавить 19,3 % (0,24 части) известкового компонента и 80,7 % шлака. Эти данные близки к результатам проведенного лабораторного опыта.Расчет количества сульфатного активизатора известково-шлакового вяжущего – гипсового камня (ГК) по формуле:

$$\text{ГК} = \frac{0{,}478 \cdot \sum \text{Al}_2\text{O}_3}{a_\text{г}} \cdot 100 = \frac{0{,}478 \cdot 10{,}36}{80} \cdot 100 = 6\ \%,$$

где ΣAl_2O_3 − содержание алюминатов в компонентах с учетом их количества в шихте; $a_г$ − содержание $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ в гипсовой породе (в примере принято 80 %).

Лабораторный подбор состава вяжущего осуществляли на образцах размерами 4 × 4 × 16 см при соотношении компонентов вяжущее : заполнитель 1:3 (по массе). В качестве заполнителя использовали песок из доменного гранулированного шлака фракции менее 5 мм с модулем крупности 3,35. Основной компоненты вяжущего – доменный гранулированный шлак ОАО «ЕВРАЗ-ЗСМК»; добавки: отработанная формовочная смесь (ОФС) литейного цеха ОАО «ЕВРАЗ-ЗСМК» (x_2) как активизатор помола; пыль газоочистки известкового хозяйства ОАО «ЕВРАЗ-ЗСМК» (x_1) и сульфатная добавка (x_3).

Для оптимизации состава бесклинкерного шлакового вяжущего применен метод математического планирования. После тепловлажностной обработки (подъема температуры в течение 3 ч, выдержки при температуре до 95 °С в течение 10 ч и охлаждении в течение 3 ч) образцы насыщались водой для определения открытой пористости. Затвердевшие образцы испытывали на прочность при сжатии и изгибе. Определяли водостойкость по коэффициенту размягчения, среднюю плотность и коэффициент конструктивного качества.

Полученные результаты приведены в виде графиков, где показаны уровни варьирования факторов и их экстремальные значения (рисунки 2а, 2б, 2в). Установлено, что оптимальный расход известковой пыли составляет 15 – 20 %, дальнейшее его увеличение несколько снижает прочность при сжатии, но прочность при изгибе увеличивается на 5 – 10 %; пористость при этом минимальна. Содержание ОФС в составе вяжущего меняется в пределах 3 − 6 %. Сульфатная добавка наиболее значимо влияет на рост прочности образца при сжатии и изгибе (оптимальное количество сульфатной добавки составляет 3 – 6 %). Установлено, что добавка известковой пыли и сульфатная добавка снижают открытую пористость (водопоглощение бетона снижается на 30 – 40 %). Коэффициент размягчения бе-

тона находится в пределах 0,85 – 1,10, что свидетельствует о его водостойкости. Средняя плотность образцов составляет 1750 – 2000 кг/м^3.

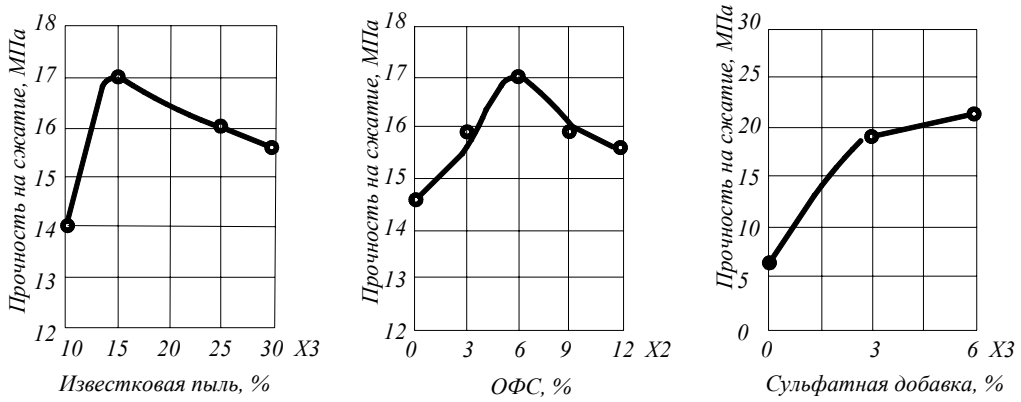


Рисунок 2а – Оптимизация по прочности вяжущего при сжатии

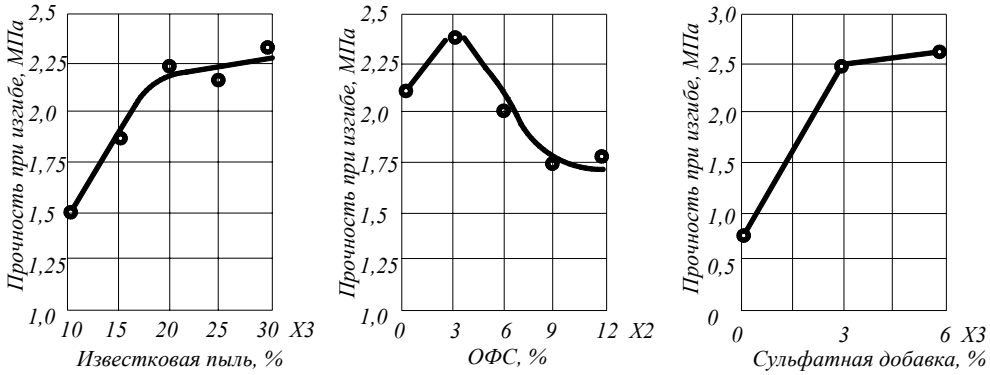


Рисунок 2б – Оптимизация по прочности вяжущего при изгибе

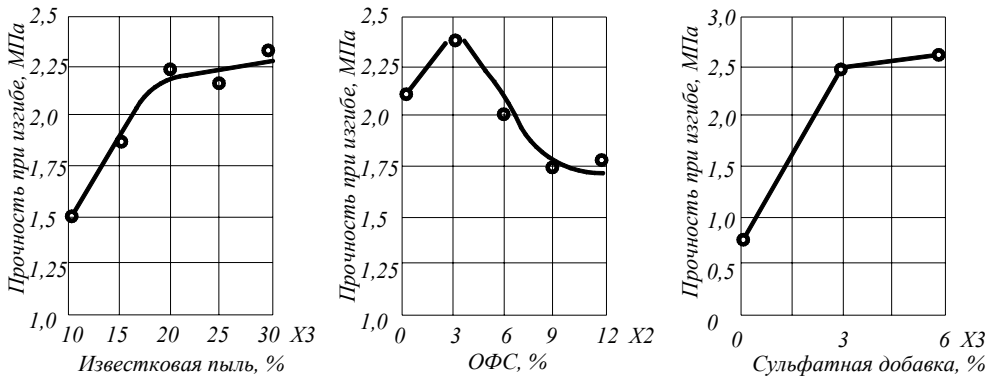


Рисунок 2в. Оптимизация состава вяжущего по открытой пористости

Установлен оптимальный состав шлакового вяжущего: 15 – 20 % известковой пыли; 3 – 6 % ОФС и сульфатной добавки; 71 – 79 % гранулированного шлака (по массе). На получение вяжущего разработан и утвержден технологический регламент.

Выводы. Разработана модель, поэтапность работы с вторичными минеральными ресурсами, как сырьем для стройиндустрии. На примере показан анализ ВМР на возможность применения его как заполнителя для бе-

тона. Приведена формула для расчета коэффициента основности, по которому определяется степень кислотности или основности породы, и который позволяет оценить направленность применения ВМР для стройиндустрии. Дан пример расчета состава двухкомпонентного вяжущего. Лабораторные исследования подбора состава вяжущего коррелируют с расчетными данными и подтверждают их достоверность. Продолжением данной работы стала разработка технологического регламента на получение вяжущего и апробации на производстве.

Библиографический список

1. Боженов П.И. Комплексное использование минерального сырья и экология: Учеб. Пособие / П.И. Боженов – М.: Изд-во АСВ, 1994. – 29 с.
2. Панова В.Ф. Строительные материалы на основе отходов промышленных предприятий Кузбасса. Учеб. пособ. / В.Ф. Панова – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2005. – 182 с.
3. Панов С.А. Декоративные строительные материалы из отбеленного и активированного шлака / С.А. Панов, В.Ф. Панова – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2010. – 216 с.
4. Панова В.Ф. Техногенные продукты как сырье для стройиндустрии / В.Ф. Панова – Новокузнецк: изд. СибГИУ, 2009. – 289 с.

УДК 332.1.05(571.17)

ПЕРСПЕКТИВЫ КЛАСТЕРНОГО РАЗВИТИЯ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

КУЗНЕЦОВ С.Н., ВОЛЫНКИНА Е.П., КУРГУЗ К.А.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Администрация Кемеровской области
г. Кемерово

Экономика Кемеровской области имеет ярко выраженную сырьевую направленность. Основу промышленного производства составляют добыча каменного угля, железной и полиметаллических руд (25,3 % ВРП), обрабатывающие производства, представленные, главным образом, черной и цветной металлургией и производством первичных химических продуктов (16,3 % ВРП), а также производство энергии (5,2 % ВРП). Более 50 % всех инвестиций в области приходится на добычу топливно-энергетических полезных ископаемых. Основу внешнеэкономической деятельности Кузбасса составляет экспорт полезных ископаемых и продуктов их первичной переработки.

Кузбасс глубоко интегрирован в экономику более 80 стран мира. Поэтому мировой финансово-экономический кризис 2008 года привел к рез-

кому ухудшению экономических показателей в регионе в этот период: металлургические предприятия области в 2009 году сократили на треть объемы производства, добыча угля сократилась на 2,7 %, цены на уголь снизились более чем вполовину, уровень безработицы в 2009 году достиг 10 %. Таким образом, узконаправленность сырьевой экономики приводит к тяжелым социально-экономическим последствиям. 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.

Кроме этого, согласно исследованиям Санкт-Петербургского государственного горного института, проведенным по заказу Администрации Кемеровской области, масштабная добыча угля за последние 30 лет привела к исчерпанию экологической емкости среды региона. Экологическая ситуация на большей части территории Кемеровской области оценена как «кризисная», а в районах наиболее интенсивного техногенеза – как «катастрофическая». Для восстановления экологического равновесия в Кузбассе требуется внедрение современных методов добычи и глубокой переработки угля, переработки отходов угольной промышленности, улавливания и использования метана, очистки сточных вод, рекультивации нарушенных земель и утилизации накопленных отходов.

В современном мире важнейшим инструментом инновационного развития регионов являются кластерные стратегии. Кластерный подход – это, прежде всего, новая управленческая технология, позволяющая повысить конкурентоспособность как отдельного региона или отрасли, так и государства в целом. Применение кластерного подхода является закономерным этапом в развитии экономики, а его повсеместное распространение можно рассматривать в качестве главной черты всех высокоразвитых экономик. Спецификой кластера является получение организациями, входящими в него, синергетического эффекта, выражающегося в повышении конкурентоспособности всей системы по сравнению с отдельными хозяйствующими субъектами. Кластерный механизм повышения конкурентоспособности основан на эффективном сочетании внутрикластерной кооперации в процессе производства продукции с внутренней конкуренцией в рамках промышленного кластера. При этом важно подчеркнуть сетевой характер взаимодействия его участников, поскольку именно горизонтальная интеграция в данном случае способствует формированию строго ориентированной цепочки распространения новых знаний, технологий и инноваций. Отличительной чертой кластера является его инновационная ориентированность. Наиболее успешные кластеры формируются там, где осуществляется или ожидается «прорыв» в области техники и технологии производства с последующим выходом на новые «рыночные ниши». В этой связи многие страны – как экономически развитые, так и только начинающие формировать рыночную экономику – все активнее используют

«кластерный подход» в формировании и регулировании своих национальных инновационных программ.

Мировая практика свидетельствует, что в последние два десятилетия процесс формирования кластеров происходил довольно активно. В целом, по оценке экспертов, к настоящему времени кластеризацией охвачено около 50 % экономик ведущих стран мира. Общее количество кластеров превысило 1000 (таблица 1), наибольшее количество кластеров сосредоточено в США (380), Италии (206) и Великобритании (168).

Таблица 1– Количество кластеров в зарубежных странах [1]

Страна	Количество кластеров
Великобритания	168
Германия	32
Дания	34
Италия	206
Индия	106
Нидерланды	20
США	380
Франция	96
Финляндия	9

Полностью охвачены кластеризацией датская, финская, норвежская и шведская промышленность [2]. Так, Финляндия, чья экономическая политика базируется на кластеризации, на протяжении 2000-х годов занимает ведущие места в мировых рейтингах конкурентоспособности. За счет кластеров, отличающихся высокой производительностью, эта страна, располагая всего 0,5 % мировых лесных ресурсов, обеспечивает 10 % мирового экспорта продукции деревопереработки и 25 % – бумаги. На телекоммуникационном рынке она обеспечивает 30 % мирового экспорта оборудования мобильной связи и 40 % – мобильных телефонов.На промышленные кластеры Италии приходится 43 % численности занятых в отрасли и более 30 % объема национального экспорта. Успешно функционируют кластерные структуры в Германии (химия и машиностроение), во Франции (производство продуктов питания, косметики). В США в рамках кластеров работает более половины предприятий, а доля ВВП, производимого в них, превышает 60%.Активно идет процесс формирования кластеров в Юго-Восточной Азии и Китае, в частности, в Сингапуре (в области нефтехимии), в Японии (автомобилестроение). В Китае сегодня существует более 60 особых зон-кластеров, в которых находится около 30 тыс. фирм с численностью сотрудников 3,5 млн. чел. и уровнем продаж на сумму примерно 200 млрд. долл. в год. Ценный опыт в создании высокотехнологичных инновационных кластеров накоплен в Канаде. Среди наиболее известных – биотехнологический кластер (Монреаль, Торонто, Ванкувер, Оттава, Галифакс); информационно-телекоммуникационный кластер (Ванкувер, Калгари, Квебек и др.); кластер высоких технологий (Монреаль, Онтарио и др.); мультимедийный кластер (Монреаль, Торонто, Ванкувер); винодельческий кластер (Ниагара); кластер пищевой промышленности (Торонто) и

др. В последние годы отмечается тенденция создания международных и трансграничных кластеров, например кластер «Биотехнологическая долина» в соседствующих регионах Франции, Германии и Швейцарии. Первые попытки внедрения кластерного подхода в экономику предпринимаются сегодня в странах СНГ: Украина – кластеры «Новые машины» (Днепропетровск), «Новые материалы» (Харьков), «Биотехнологии» (Львов), «Новые технологии природопользования» (Донецк), «Новейшие силовые установки и двигатели» (Запорожье), «Энергетика устойчивого развития» (Киев). В Казахстане определены отрасли, в которых будут создаваться «пилотные» кластеры: металлургия (Центральный Казахстан), нефтегазовое машиностроение (Западный Казахстан), текстильный (Южный Казахстан), пищевая промышленность (сельскохозяйственные области), производство строительных материалов (Алматинская область), туризм (Алматы), транспортная логистика (транспортный коридор между Китаем и Европой), при этом работу над проектом возглавил известный идеолог кластеризации М. Портер.

Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации, утвержденной распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р, предусматривается создание сети территориально-производственных кластеров, реализующих конкурентный потенциал территорий, формирование ряда инновационных высокотехнологичных кластеров в европейской и азиатской части России.

К настоящему времени использование кластерного подхода уже заняло одно из ключевых мест в стратегиях социально-экономического развития ряда субъектов Российской Федерации и муниципальных образований: строительный и транспортно-логистический кластеры в Калужской области, Мурманский логистический кластер, туристический кластер республики Карелия, Архангельский лесной кластер, нефтехимический кластер в Ханты-Мансийском автономном округе, Якутский биотехнологический кластер, космический кластер в Амурской области, кластер «Ангарский гипс», Камчатский морской кластер.

По определению основоположника и идеолога теории кластеров Майкла Портера: «Кластер – это группа географически соседствующих взаимосвязанных компаний и связанных с ними организаций, действующих в определенной сфере, характеризующихся общностью деятельности и взаимодополняющих друг друга» [1]. В экономическом развитии региона и страны в целом кластеры выполняют следующие функции:

- критические двигатели в экономической структуре, обеспечивающие процветание региона, рост занятости населения, заработной платы, создания новых компаний и инноваций (патентов);

- определяют фундаментальные задачи ведения бизнеса и повышают его конкурентоспособность;

- обеспечивают новый способ мышления в сфере экономики, заставляют пересмотреть роли частного сектора, правительства, торговых ассо-

циаций, образовательных и исследовательских учреждений в экономическом развитии и определить общие возможности, а не только общие проблемы фирм и компаний всех форм собственности.

Чаще всего кластерные инициативы выступают как «ускоритель» кластерных процессов, т.е. большинство усилий по развитию кластеров подразумевают поддержку существующих потенциальных кластеров.

Проведение кластерной политики базируется на организации взаимодействия между органами государственной власти и местного самоуправления, бизнесом и научно-образовательными учреждениями для координации усилий по повышению инновационности производства и сферы услуг, что способствует взаимному совершенствованию и повышению эффективности в работе. Кластер, как правило, объединяет крупные и малые промышленные компании, университеты, финансовые структуры.

При формировании региональной кластерной политики необходимо решить следующие непростые задачи:

- выявление наличия существующих кластеров и их идентификация;
- оценка привлекательности и отбор высоко привлекательных кластеров;
- оценка степени приживаемости привлекательных кластеров;
- отбор профильных кластеров из числа привлекательных и имеющих достаточную степень приживаемости;
- выявление ключевых сдерживающих факторов и уточненная оценка конкурентоспособности;
- разработка системы мер экономической политики, направленных наподдержку профильных кластеров и санацию непрофильных предприятий и комплексов.

Промышленная кластерная политика подразумевает поддержку лидеров промышленных кластеров – ядра кластера, а так же развитие инфраструктуры для поддержки малого и среднего промышленного бизнеса.

Идентификация кластера решается в европейских странах двумя путями: статистическим путем, когда кластеры выявляются по принципугеографической близости уже существующих предприятий, или через «кластерные инициативы»- процесс инициализации создания кластеров.

Учитывая базовые направления региональной экономики Кузбасса, а также экологические проблемы, связанные с огромным количеством образующихся и накопленных отходов, нами рассмотрены 5 основных направлений промышленного производства с целью выявления наиболее перспективных потенциальных кластеров:

1) Добыча полезных ископаемых (главным образом, угля);
2) Обрабатывающее производство (главным образом, металлургия);
3) Химическое производство;
4) Машиностроение;
5) Переработка отходов.

Для выявления перспективных кластеров нами использованы показатели, рекомендованные основоположником кластерного развития М. Портером – количество занятых по отраслям промышленности; средняя заработная плата по отраслям промышленности; инновационная деятельность, а также введены новые показатели: доля в структуре ВРП; доля в структуре экспорта/импорта; ресурсы сырья. Значения показателей приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Значения показателей

Показатели	Добыча полезных ископаемых	Обрабатывающее производство	Химическое производство	Машиностроение	Переработка отходов
Доля в структуре ВРП,%	25,3	16,3	4,8	3,2	1,1
Доля в структуре экспорта, %	72,7 (топливно-энергет. товары)	22,5 (металлы)	4,4	0	-
Доля в структуре импорта, %	8	10,4	27,5	50,1	-
Доля в структуре занятости населения, %	64	16	5	15	-
Средняя заработная плата,. руб.	27863	20900	20080	21565	-
Доля инновационных проектов, %	16	2	10	23	27
Ресурсы сырья, млн. т/год	188	67	6,7	-	2100

Полученные данные показывают, что добыча полезных ископаемых, главным образом угля, и связанная с ней энергетика, лидирует по основным экономическим показателям: доля в структуре ВРП (25,3 %), экспорта (72,7 %), занятости населения (64 %), зарплата. Кроме этого, по количеству ресурсов сырья и доле инновационных проектов (оценивалась по тематике проектов Кузбасского технопарка) перспективным направлением для экономики региона является переработка отходов.

В связи с этим наиболее перспективными видами кластеров в Кемеровской области являются топливно-энергетический и отходоперерабатывающий. С учетом этого предложено создать комплексный региональный кластер «Комплексная переработка угля и техногенных отходов». Развитое машиностроение и химическая отрасль также могут быть потенциальными участниками данного кластера. Разработана Программа развития инновационного территориального кластера «Комплексная переработка угля и техногенных отходов» в Кемеровской области, которая направлена в Правительство РФ.

По методике [3] выполнена предварительная экспертная оценка привлекательности и приживаемости данного кластера в регионе. Фактор привлекательности кластера оценивался по следующим показателям:

- содействие общей занятости;
- содействие занятости целевых групп;
- содействие росту уровня жизни;
- содействие росту доходов и уменьшению расходов бюджета;
- содействие росту сопутствующих отраслей;
- содействие повышению устойчивости и структурной диверсификации экономики;
- воздействие на окружающую среду;
- содействие формированию имиджа и перспективной специализации региона;
- содействие общему экономическому росту.

Фактор приживаемости кластера оценивался по показателям:
- близость к потребителям;
- близость к поставщикам;
- доступность и цена базовых ресурсов (энергия, вода);
- рабочая сила (наличие, квалификация);
- производственные помещения (наличие, стоимость);
- доступность финансов;
- качество жизни (стоимость жизни, качество и стоимость жилья);
- местный хозяйственный климат.

Результаты оценки приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Факторы приживаемости и привлекательности кластера

Наименование факторов	Оценка
II. Факторы привлекательности	
1. Содействие общей занятости	+2
2. Содействие занятости целевых групп	+2
3. Содействие росту уровня жизни	+2
4. Содействие росту доходов и уменьшению расходов бюджета	+2
5. Содействие росту сопутствующих отраслей	+2
6. Содействие повышению устойчивости и структурной диверсификации экономики	+2
7. Воздействие на окружающую среду	+2
8. Содействие формированию избранного имиджа и перспективной специализации	+2
9. Содействие общему экономическому росту	+2
III. Факторы приживаемости	
1. Близость к потребителям (географическая, условия перевозок, системы связи)	+2
2. Близость к поставщикам (сырье, комплектующие изделия)	+2
3. Доступность и цена базовых ресурсов (энергия, вода)	+2
4. Рабочая сила (наличие, квалификация)	0
5. Производственные помещения (наличие, стоимость)	+1
6. Доступность финансов	+1
7. Качество жизни (стоимость жизни, качество и стоимость жилья)	+1
8. Местный хозяйственный климат	+1

На основании полученных экспертных оценок с учетом весовых оценок данных показателей рассчитаны интегральные показатели по формуле:

$$I = a_1x_1 + a_2x_2 + ... + a_nx,$$

где $a_x, a_г \ldots a_n$ – весовые коэффициенты, характеризующие значимость соответствующего фактора;

$x_x, x_2 \ldots x_n$ – факторы привлекательности или приживаемости, оцененные в пятибалльной шкале и принимающие значения (-2); (-1); (0); (+1); (+2).

Полученные значения интегральных показателей составили для фактора привлекательности – +2, для фактора приживаемости – +1,4, что характеризует данный кластер как перспективный и достаточно эффективный.

Библиографический список

1. Портер М. Конкуренция.: Пер. с англ.: – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 608 с.
2. Косарева Т.Б Кластерная политика в управлении региональным развитием: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук. – Самара, 2010. – 19 с.
3. Ферова, И. С. Промышленные кластеры и их роль в формировании региональной промышленной политики: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук -Красноярск, 2005. – 35 с.

УДК 519.876.5:658.567.1

БАЛАНСОВЫЕ УРАВНЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ СЫРЬЯ, ПРОДУКЦИИ И ОТХОДОВ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЭКОСИСТЕМЫ

Волынкина Е.П., Кузнецов С.Н., Панэ А.П.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Новое федеральное законодательство в области обращения с отходами (проект федерального закона № 584399-5 «О внесении изменений в Федеральный закон "Об отходах производства и потребления" и другие законодательные акты Российской Федерации в части экономического стимулирования деятельности в области обращения с отходами») требует разработки региональных балансовых схем образования и удаления экологически безопасными способами отходов производства и потребления. Утверждение балансовых схем отнесено к полномочиям органов исполнительной власти субъектов РФ. При этом баланс количественных характеристик образования, использования, обезвреживания и размещения отходов на

территории субъекта РФ должен периодически (не реже одного раза в 5 лет) обновляться, обеспечивая сокращение количества отходов, направляемых на захоронение.

С научной точки зрения регион может быть рассмотрен как техногенная экосистема (техноэкосистема), которая определена нами как пространственно определенная совокупность производственных компонентов (ячеек), которыми являются производственные участки, цехи, предприятия и другие объекты, и живых организмов, объединенных единой средой существования. На территории региона, как техноэкосистемы, реализуются производственные процессы, являющиеся источниками образования отходов, а также процессы сбора, транспортировки, переработки, обезвреживания или захоронения образующихся отходов. В техноэкосистемах как и в природных экосистемах материальные и энергетические потоки транспортируются между компонентами и в окружающую среду и существует система информационных связей между ними. Отличием техноэкосистем от природных экосистем является неразвитость информационных потоков между ее компонентами и окружающей средой, регулирующих материальный и энергетический обмен между ними таким образом, чтобы обеспечить замкнутость круговорота природных ресурсов и сохранение устойчивого динамичного равновесия биосферы. Низкий уровень информации в техноэкосистемах обуславливает низкую степень их организованности и соответственно высокий уровень транспортируемых материальных и энергетических потоков.

Человек научился использовать накопленные отходы природных экосистем (горючие и минеральные полезные ископаемые) и таким образом включился в материальный и энергетический круговорот в биосфере, значительно ускоряя его. При этом аналогично экосистеме, стремящейся наращивать производство биомассы в геометрической прогрессии, человек стремится увеличить количество продукции, производимой в техноэкосистемах. В результате производственной деятельности человека из недр земли изымаются все увеличивающиеся массы неорганического и органического вещества, обладающие огромным запасом энергии, и такие же огромные массы твердых, жидких и газообразных отходов выбрасываются в биосферу. В то время как накопление отходов в природных экосистемах происходило в течение миллионов лет и не нарушало их устойчивости, выброс огромной массы отходов в биосферу из техноэкосистем происходит очень быстро, природные механизмы не успевают их обезвредить. Множество отходов содержит супертоксичные вещества, синтезированные человеком, и природные экосистемы просто не знают способов их обезвреживания.

Устойчивость биосферы в условиях прогрессирующего развития техноэкосистем может быть обеспечена только в том случае, если они будут организованы аналогично природным экосистемам. Организация техноэкосистем по аналогии с природными экосистемами является шагом из

биосферы в ноосферу, обеспечивающим их устойчивое эволюционное развитие.

Основные принципы организации техноэкосистем могут быть сформулированы следующим образом:

– управление материальными и энергетическими потоками между компонентами техноэкосистемы и окружающей средой должно быть организовано таким образом, чтобы количество транспортируемых материалов и энергии, а, следовательно, и количество образующихся отходов, постоянно снижалось, приближаясь к минимально необходимому для каждого конкретного технологического процесса;

– образующееся в результате производственных процессов минимально возможное количество отходов подвергается рециклингу в своей техноэкосистеме, обеспечивая ее максимальную замкнутость, или при невозможности этого в соседних техноэкосистемах, включая их в материальный и энергетический круговорот в биосфере;

– выводимые из техноэкосистемы отходы перед попаданием в природные экосистемы должны быть переведены в привычную для данных экосистем форму;

– размещение отходов техноэкосистем в природных экосистемах должно быть организовано таким образом, чтобы не нарушать существующее динамическое равновесие экосистем.

– Выполнение этих принципов обеспечит не только устойчивость биосферы, но и будет способствовать устойчивому развитию самих техноэкосистем, обеспечивая минимизацию материальных, энергетических, а значит и финансовых ресурсов.

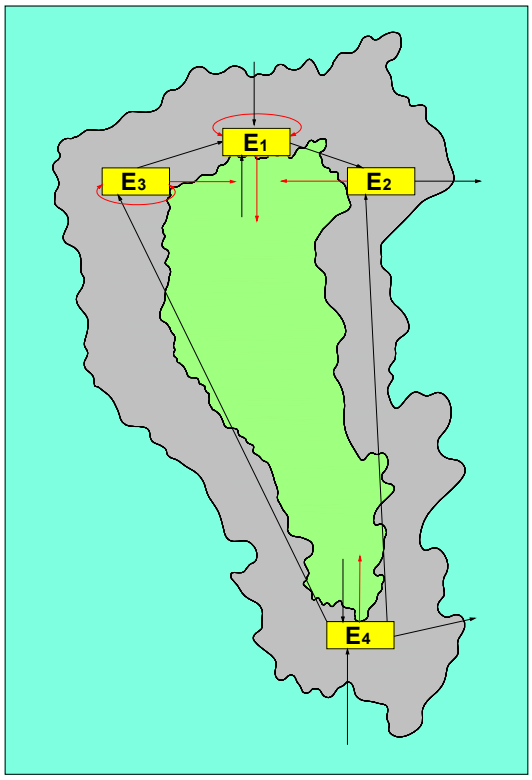
Система управления отходами является частью общей системы управления техноэкосистемой и должна ее организовать аналогично природным экосистемам в соответствии с перечисленными выше принципами. Система управления отходами техноэкосистемы может быть определена как система информационного взаимодействия между ее компонентами и окружающей средой, осуществляющая управление материальными и энергетическими потоками и обеспечивающая самоорганизацию техноэкосистемы и ее устойчивое развитие при сохранении устойчивости биосферы. В ходе эволюционного развития саморегулирующаяся техноэкосистема будет увеличивать концентрацию информации или степень своей организованности, повышать степень использования и снижать количество транспортируемых материальных и энергетических потоков между техноэкосистемой и окружающей средой.

Объектами системы управления отходами являются компоненты техноэкосистемы, образующие отходы или участвующие в процессах последующего обращения с ними (сбор, транспортировка, переработка, обезвреживание, захоронение отходов).

Задачей системы управления отходами техноэкосистемы является организация управления материально-энергетическими потоками между ее компонентами и окружающей средой. Цель системы управления отходами − постепенное снижение количества транспортируемых материалов и энергии. Способ достижения цели – информационное взаимодействие ме-

жду компонентами техноэкосистемы и окружающей средой. Система управления отходами должна организовать техноэкосистему таким образом, чтобы она в своем эволюционном развитии всегда стремилась к устойчивому равновесию с окружающими ее природными экосистемами. Реализация системы управления отходами обеспечивает постепенное приближение техноэкосистем к природным, то есть переход отношений между техноэкосистемами и окружающей средой от неустойчивого состояния к устойчивому.

Рассмотрим регион как техногенную экосистему. Техноэкосистема относится к открытым системам, то есть в ней происходит обмен веществом, энергией и информацией как между ее элементами, так и с внутренней и внешней окружающей средой. На рисунке 1 представлена схема материальных потоков в техноэкосистеме, которая включает элементы, оказывающие техногенное воздействие на техноэкосистему E_i, входящие, выходящие и внутренние потоки. Материальные потоки связаны прямыми и обратными связями. Большая часть взаимосвязей, особенно обратных связей, находится внутри системы и лишь некоторые из них выходят за ее пределы.



– техноэкосистема; – внешняя окружающая среда; – внутренняя окружающая среда

Рисунок 1 – Схема материальных потоков в техноэкосистеме

Составим балансовое уравнение техноэкосистемы, в котором введем следующие обозначения: 0 – внутренняя окружающая среда, ∞ - внешняя окружающая среда, X_i – материальные потоки сырья для обеспечения производственных процессов в регионе, поступающего из внешней или внутренней среды, Y_i – материальные потоки произведенной в регионе продукции, Z_i – материальные потоки отходов, образовавшихся в производствен-

ных процессах. Балансовое уравнение техноэкосистемы имеет следующий вид:

$$\sum x_i = \sum y_i + \sum z_i, \quad (1)$$

$$\text{или } \sum x_i - \sum y_i = \sum z_i, \quad (2)$$

где $\sum x_i$ – суммарное количество используемого в техноэкосистеме сырья;

$\sum y_i$ – суммарное количество произведенной в техноэкосистеме продукции;

$\sum z_i$ – суммарное количество произведенных и размещенных в техноэкосистеме отходов.

Например, применительно к такому производственному элементу Кемеровской области, как угледобывающее предприятие (E_1), балансовое уравнение будет иметь вид:

$$\sum x_{0,1} = \sum y_{1,\infty} + \sum z_{1,0}, \quad (3)$$

где $\sum x_{0,1}$ – суммарное количество угля, добытого угледобывающим предприятием (1) из внутренней окружающей среды техноэкосистемы (0);

$\sum y_{1,\infty}$ – суммарное количество продукции, произведенной угледобывающим предприятием и отправленной во внешнюю окружающую среду;

$\sum z_{1,0}$ – суммарное количество отходов, образованных при производстве продукции угледобывающим предприятием и размещенных во внутренней окружающей среде техноэкосистемы.

Известно, что в Кузбассе при добыче угля из внутренней окружающей среды техноэкосистемы в количестве 10 млн. т образуется 1 млн. т продукции, которую экспортируют во внешнюю окружающую среду, и 9 млн. т отходов, которые размещаются во внутренней окружающей среде техноэкосистемы. То есть балансовое уравнение имеет вид: 10=1+9. Такая техноэкосистема не является устойчивой, что показано исследованиями и расчетами Санкт-Петербургского государственного горного института в разработанной по заданию Администрации Кемеровской области программе «Оценка экологической ёмкости природной среды Кемеровской области с учетом перспективы развития угольной промышленности до 2020 года в структуре производительных сил области».

В настоящее время в развитых странах реализуется политика «Zero Waste» («ноль отходов» или «ноль потерь»), предполагающая постепенное сведение к нулю количества захораниваемых в окружающей среде отходов путем снижения их образования и увеличения доли переработки. Политика «Zero Waste» обеспечит, прежде всего, повышение экологической устойчивости региона при одновременной экономической устойчивости.

При реализации в регионе политики «Zero Waste» количество отходов, образующихся при обработке сырья в готовую продукцию, должно быть приближено к нулю. То есть система управления отходами должна обеспечивать выполнение условия: $\sum z_i \to 0$. Балансовое уравнение материальных потоков в идеальной техноэкосистеме имеет вид:

$$\sum x_i - \sum y_i = \sum z_i = 0, \quad (4)$$

После составления балансовых уравнений для каждого элемента техноэкосистемы и проведенных преобразований суммарное балансовое уравнение техноэкосистемы, представленной на рис.1, имеет следующий вид:

$$(x_{\infty,1} + x_{0,1} + y_{3,1}) - y_{1,2} + (y_{1,2} + y_{4,2}) - y_{2,\infty} + y_{4,3} - y_{3,1} + (x_{\infty,4} + x_{0,4}) - (y_{4,\infty} + y_{4,2} + y_{4,3}) = z_{1,0} - z_{1,1} + z_{2,0} + z_{3,0} - z_{3,3} + z_{4,0} \quad (5)$$

или после преобразования:

$$(x_{\infty,1} + x_{0,1} + x_{\infty,4} + x_{0,4}) - (y_{2,\infty} + y_{4,\infty}) = z_{1,0} + z_{2,0} + z_{3,0} + z_{4,0} - z_{1,1} - z_{3,3} \quad (6)$$

Если $x_{0,1} \gg x_{\infty,1}$, и $x_{0,4} \gg x_{\infty,4}$, } для сырьевого региона

то уравнение примет вид:

$$(x_{0,1} + x_{0,4}) - (y_{2,\infty} + y_{4,\infty}) = z_{1,0} + z_{2,0} + z_{3,0} + z_{4,0} - z_{1,1} - z_{3,3} \quad (7)$$

Как видно из уравнения (7), условия снижения $\sum z_i$ следующие:

1. Снижение количества сырья, поступающего из внутренней окружающей среды техноэкосистемы, $x_{0,i}$.
2. Увеличение количества продукции, экспортируемой во внешнюю окружающую среду техноэкосистемы, $y_{i,\infty}$.
3. Снижение количества отходов, поступающих во внутреннюю окружающую среду техноэкосистемы, $z_{i,0}$.
4. Увеличение количества отходов, направляемых на переработку в элементы техноэкосистемы, $z_{i,j}$.

На основании разработанного методического подхода разработаны балансовая схема и балансовое уравнение материальных потоков Кемеровской области. В балансовую схему (рисунок 2) включены следующие элементы - основные источники образования отходов в Кемеровской области:

- угледобывающие предприятия E_1;
- углеобогатительные фабрики E_2;
- теплоэнергетические установки E_3;
- предприятия по добыче железной руды E_4;
- предприятия по обогащению железной руды E_5;
- металлургические предприятия E_6;
- предприятия по производству строительных материалов E_7;
- население E_8.

После составления балансовых уравнений для каждого элемента и проведенных преобразований получено суммарное балансовое уравнение,

характеризующее существующую систему обращения с отходами как слабоуправляемую и неустойчивую:

$$(x_{0,1} + x_{0,4} + x_{\infty,8}) - (y_{1,\infty} + y_{2,\infty} + y_{6,\infty}) =$$
$$= z_{1,0} + z_{2,0} + z_{3,0} + z_{4,0} + z_{5,0} + z_{6,0} + z_{7,0} + z_{8,0}.$$

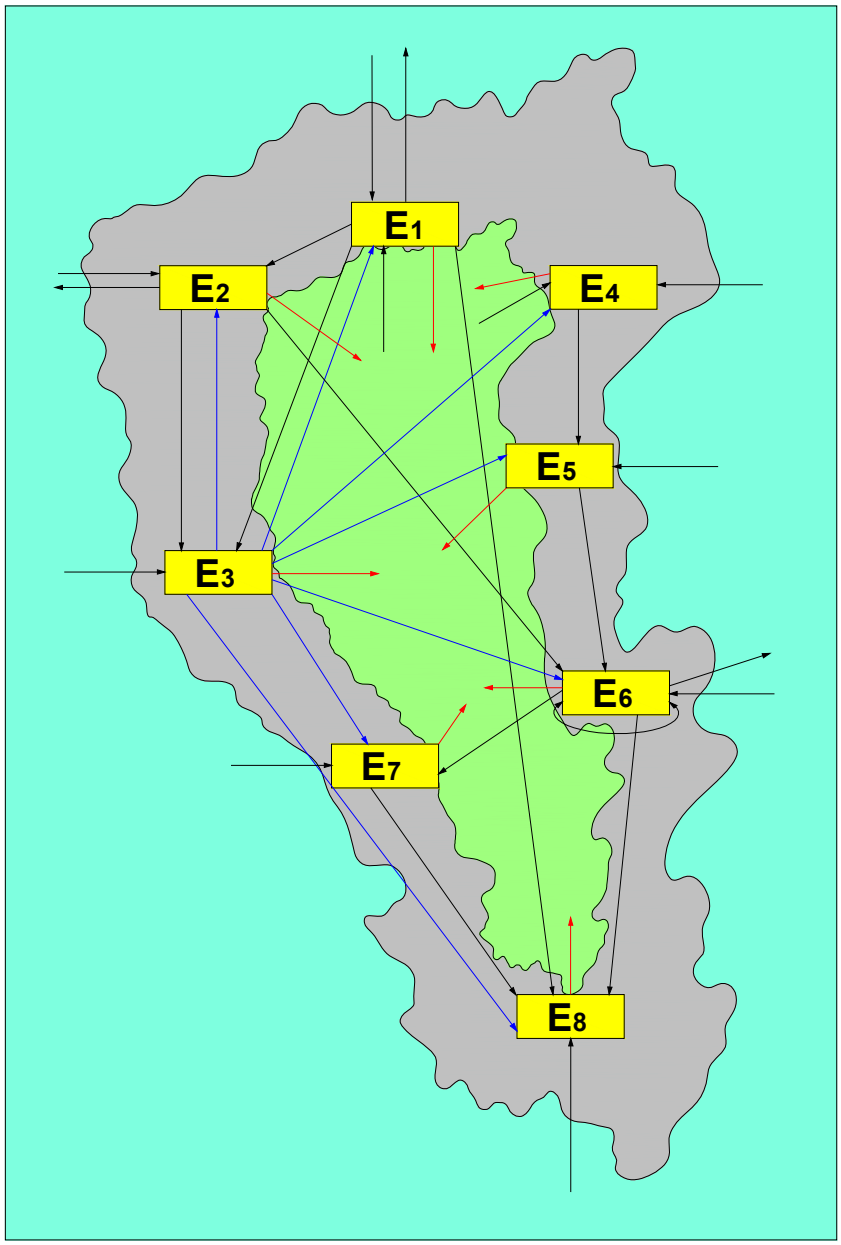


Рисунок 2 – Балансовая схема материальных потоков Кемеровской области
– сырье X_i; – продукция Y_i; – отходы Z_i

Потоки отходов, направляемых на размещение в окружающей среде региона, могут быть значительно снижены при организации эффективной системы управления отходами, обеспечивающей максимально возможную их переработку. На рисунке 3 представлена балансовая схема материальных потоков Кемеровской области при размещении на пути каждого из потоков отходов во внутреннюю окружающую среду специализированного малого отходоперерабатывающего предприятия,

выполняющего роль фильтра, снижающего негативное воздействие отходов $z_{i,0}$ на окружающую среду.

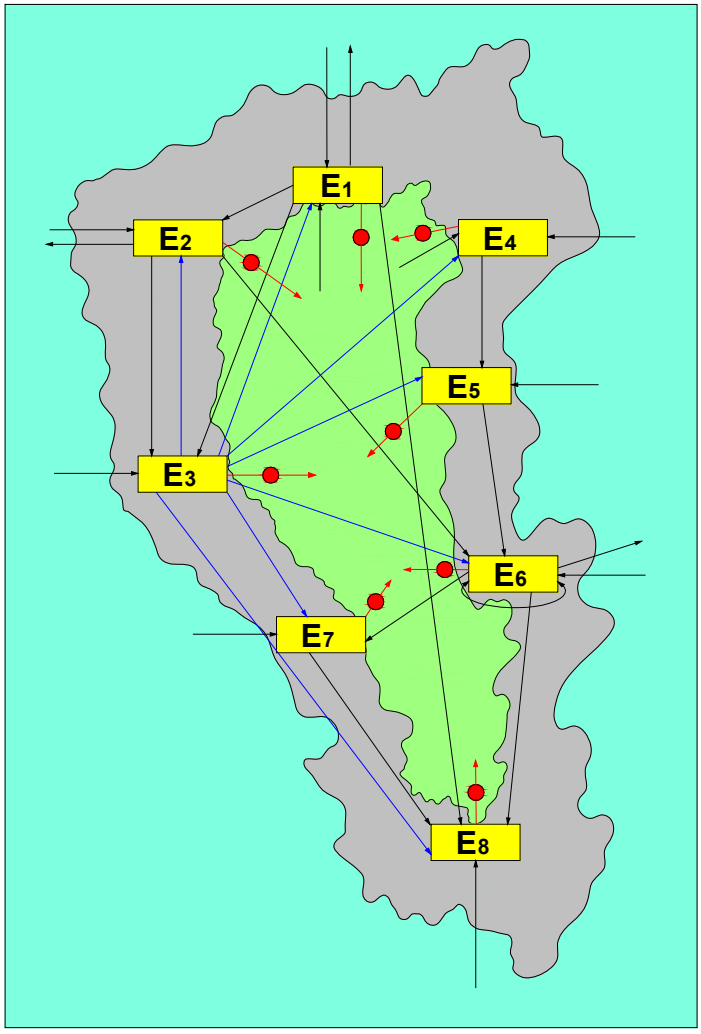


Рисунок 3 – Балансовая схема материальных потоков Кемеровской области с учетом фильтрующего эффекта отходоперерабатывающих предприятий

После преобразований суммарное уравнение материальных потоков с учетом фильтрующего эффекта отходоперерабатывающих предприятий примет вид:

$$(x_{0,1} + x_{0,4} + x_{\infty,8}) - (y_{1,\infty} + y_{2,\infty} + y_{6,\infty}) - (y_{1,0} + y_{2,0} + y_{3,0} + y_{4,0} + y_{5,0} + y_{6,0} + + y_{7,0} + y_{8,0}) = z'_{1.0} + z'_{2.0} + z'_{3.0} + z'_{4.0} + z'_{5.0} + z'_{6.0} + z'_{7.0} + z'_{8.0} \quad (9)$$

Если принять, что количество продукции из отходов $y_{i,0}$ приближенно равно количеству отходов, поступающих на отходоперерабатывающие предприятия $z'_{i,0}$, то уравнение (9) примет вид:

$$(x_{0,1} + x_{0,4} + x_{\infty,8}) - (y_{1,\infty} + y_{2,\infty} + y_{6,\infty}) - 0 \quad (10)$$

Как видно из балансового уравнения (10), система управления отходами, включающая наличие «фильтрующих», т.е. перерабатывающих отходы предприятий, обеспечивает выполнение условия: $\sum z_i \to 0$.

В таком промышленно развитом регионе как Кемеровская область существуют широкие технические возможности для использования вторичного сырья или вторичной продукции, произведенной на основе отходов, как в собственном производстве промышленных предприятий, так и в смежных отраслях, то есть на предприятиях другого профиля. Например, переработка подготовленного металлолома от предприятий и населения на металлургическом заводе, переработка синтетических видов сырья из отходов алюминиевого производства в черной металлургии, использование золошлаковых отходов в производстве строительных материалов, использование широкого спектра металлургических отходов для производства теплоизоляционных изделий. В этом случае, происходит замыкание потоков отходов внутри техногенной экосистемы без попадания в окружающую среду (рисунок 4).

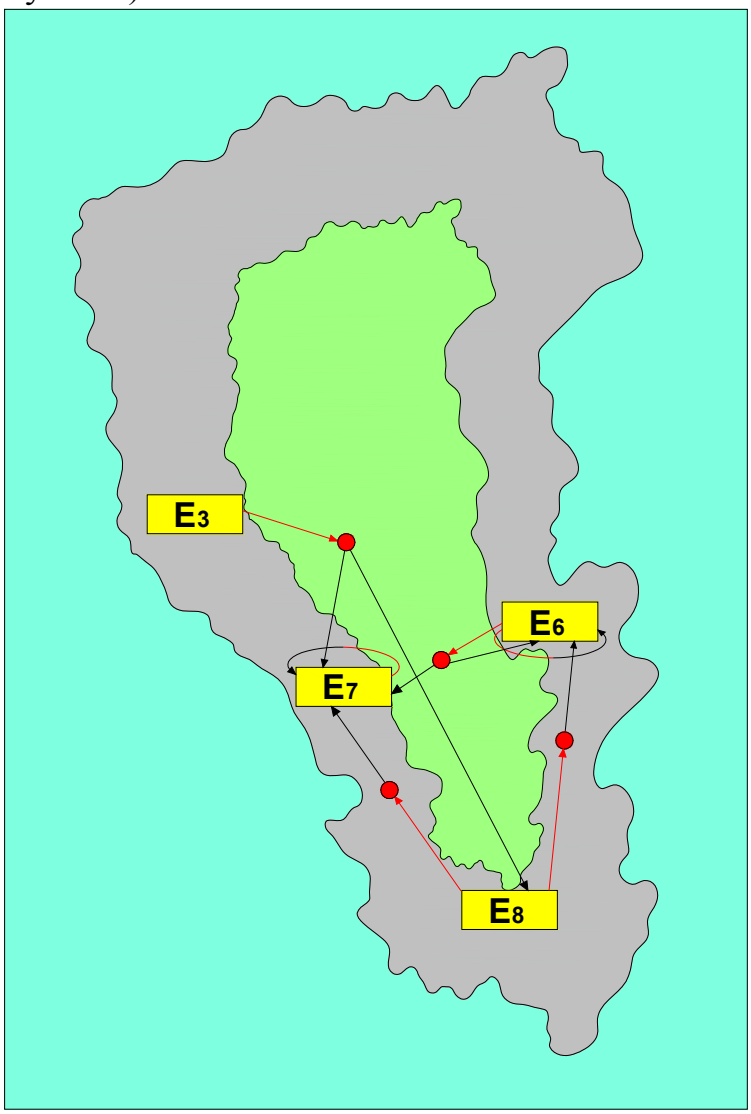


Рисунок 4 – Замыкание потоков отходов внутри техноэкосистемы без попадания в окружающую среду

В этом случае:

$z_{3,0} = y_{3,7} + y_{3,8}$,

$z_{7,0} \rightarrow y_{7,7}$

$z_{8,0} = y_{8,7} + y_{8,6}$,

$z_{6,0} \rightarrow y_{6,7} + y_{6,6}$

а $z_{3,0} \mid z_{7,0} \mid z_{6,0} \mid z_{8,0} = 0$, (11)

То есть при использовании отходов, образующихся в одних производственных элементах (ячейках) техноэкосистемы, в качестве сырья в других производственных элементах (ячейках), z_{i0} исчезает из балансовых уравнений. При этом $\sum x_{0i}$ снижается, так как возрастает $\sum y_{i,j}$.

Предложенный подход и балансовые уравнения позволяют сделать текущие и прогнозные балансовые расчеты отходов производства и потребления для любого регионам и разработать программу мероприятий, обеспечивающих постепенное снижение количества отходов, размещаемых в окружающей среде, и восстановление экологического равновесия.

УДК 669:519.876:5

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРЯМОТОЧНОГО КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА РАБОТАЮЩЕГО НА ОТХОДЯЩИХ ГАЗАХ АГРЕГАТОВ ТИПА СЭР

Оленников А.А., Цымбал В.П.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

В процессе работы металлургических агрегатов значительная часть тепловой энергии теряется с отходящим газом. Это говорит о не эффективном использовании энергии исходного топлива. Основным и довольно перспективным способом отвода тепла от отходящих газов на сегодняшний день, является использование котлов-утилизаторов. В качестве дополнительного внешнего теплоиспользующего устройства котел-утилизатор обычно не оказывает влияния на характер основного технологического процесса. Но также может и способствовать улучшению протекания технологического процесса.

На сегодняшний день существует большое количество котлов-утилизаторов имеющих разнообразную конструкцию. Эти агрегаты снабжаются экранными поверхностями нагрева и имеют такую же компоновку, как и обычный паровой котел, но без холодной воронки. Вместо нее - вход газов. По ходу движения газов радиационная камера утилизатора расположена первой. Большой свободный объем этой камеры позволяет иметь повышенную толщину излучающего слоя и как следствие повышенную степень черноты газов. В этой камере преобладает передача тепла излучени-

ем. Первичное охлаждение газов в свободном от змеевиков объеме необходимо также для затвердевания уносимых из печи расплавленных частиц шлака или технологического продукта до того, как они прилипнут к холодным змеевикам и затвердеют на них. Если отходящий из технологических установок газ не содержит горючих компонентов, то такой котел горелочных устройств не имеет. Эти котлы работают с естественной или принудительной циркуляцией и имеют практически все блоки, имеющиеся в обычных топочных котлах. В них имеются пароперегреватели, испарительные секции, экономайзеры, барабаны и воздухонагреватели. При конструировании котлов, использующих тепловые отходы, следует учитывать содержащиеся в греющих газах агрессивные компоненты, например сернистые газы, поступающие из печей обжига серосодержащего сырья. При наличии в подводимых к котлу технологических газах горючих составляющих организуется их предварительное дожигание. Таким образом, моделирование котла-утилизатора является трудоемким процессом и требует достаточно большого количества времени для реализации. В целях экономии времени был разработан программный комплекс для моделирования прямоточного котла-утилизатора. Структура конструирования и моделирования процессов, протекающих в котле-утилизаторе представлена на рисунке 1.

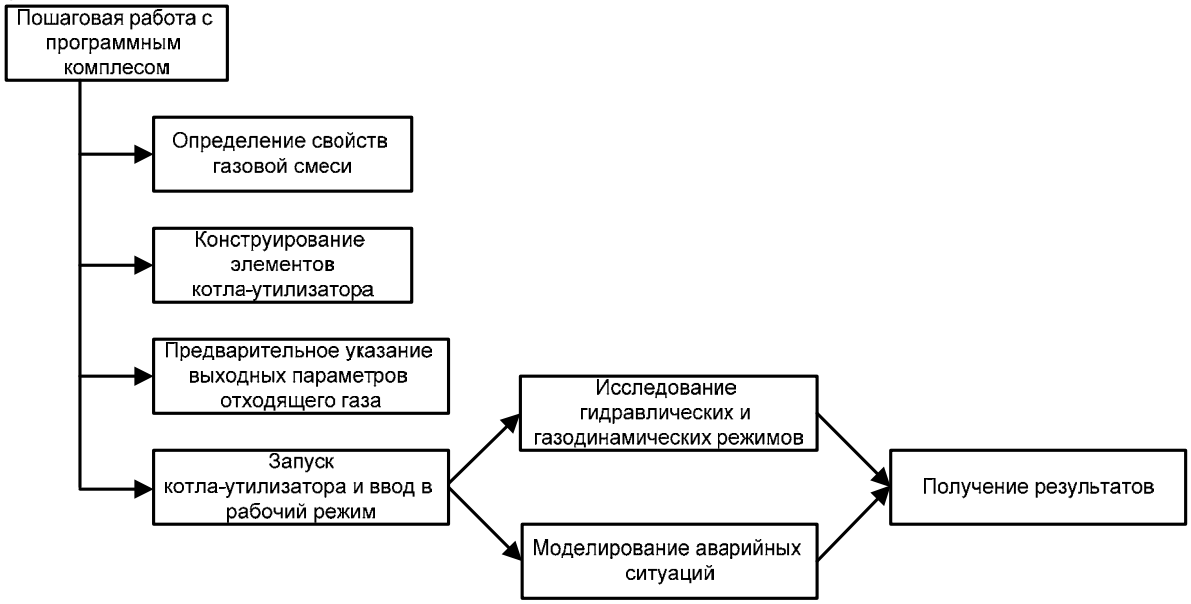


Рисунок 1 – Структура программного комплекса

На первом этапе согласно техническому условию вводятся требуемые данные отходящего газа (химический состав, физические данные, расход и калорийность), затем вычисляют термодинамические параметры отходящего газа на основе известных термодинамических законов. Далее приступают к конструктивному описанию котла-утилизатора. Прежде всего, основное внимание уделено газодинамическому и гидравлическому трактам котла.

Определение потерь напора на трение является важнейшей задачей, возникающей при гидравлическом расчете трубопроводов конвективных пучков всех видов. Учитывая, что потери напора неразрывно связаны с профилем скоростей, для решения данной задачи необходимо установление закономерностей распределения скоростей по сечению потока. Вместе с тем, вопрос о распределении скоростей имеет первостепенное значение также для решения других инженерных задач в области теплопередачи, массообмена, гидро- и пневмотранспорта, измерения расхода жидкостей и газов, так как профиль скоростей определяет интенсивность турбулентного обмена в различных точках потока и связанный с ней перенос тепла, взвешенных твердых частиц и т. д.

Оба этих вопроса (распределение скоростей и гидравлическое сопротивление) получили полное теоретическое решение для случая ламинарного течения. Турбулентное течение до последнего времени не поддавалось теоретическому анализу, и определение потерь напора на трение и профиля скоростей при турбулентном течении в трубах производилось (и производится частично в настоящее время) с помощью, имеющих узкие пределы применимости, эмпирических формул, результаты вычислений по которым часто расходятся.

Первые попытки найти опытным путем связь между потерями напора и средней скоростью (или расходом) при турбулентном движении относятся к восемнадцатому веку, когда было установлено, что гидравлический уклон примерно пропорционален квадрату средней скорости потока, т. е.

$$h_{тр} = \lambda \frac{l}{d} \cdot \frac{w^2}{2g} \gamma \cdot \left(\frac{2}{\sqrt{\frac{T_c}{T_г}} + 1} \right)^2 , \qquad (1)$$

где λ – коэффициент сопротивления трения; l – длина рассматриваемого газохода, м; d – диаметр газохода или элементов котла в газовом тракте, м; w – скорость потока, м/с; γ – удельный вес движущейся среды; g – ускорение свободного падения; $T_с$, $T_г$ – средние в пределах рассчитываемого участка газового канала температура стенки и отходящего газа, град.

Для условий наиболее вероятных в практике расчета трубопроводов (и, в частности, для стальных труб) коэффициент гидравлического трения определяется

$$л_{тр} = 0{,}11 \left(\frac{k_э}{d} + \frac{68}{\mathrm{Re}} \right)^{0{,}25} . \qquad (20)$$

Формула удобна для расчетов, так как вычисления по ней сводятся к элементарным алгебраическим действиям. На пределах эта формула переходит в известные и хорошо отвечающие опытам зависимости для коэффициента гидравлического трения.

При вынужденном движении жидкости (газа) внутри трубы различают два режима течения: ламинарный и турбулентный. Ламинарный ре-

жим наблюдается при малых скоростях движения жидкости. При скоростях потока, больших некоторого значения $w_{кр}$, режим течения переходит в турбулентный. Для различных жидкостей, газов и трубопроводов критическая скорость различна. Режим течения жидкости определяется по величине числа $Re = w \cdot d/v$. Если Re меньше критического $Re_{кр}$, то режим течения – ламинарный. Он имеет место при $Re = 2 \cdot 10^3$. Развитый турбулентный режим течения устанавливается при значениях $Re > 1 \cdot 10^4$. Диапазон изменения Re от $2 \cdot 10^3$ до $1 \cdot 10^4$ соответствует переходному режиму течения.

При разработке конвективных поверхностей нагрева учитывают расположение труб, как показано на рисунке 2, которое бывает коридорным или шахматным. Вводят диаметр труб, каждого блока конвективных пучков, длины, толщины труб, расстояния между трубами (шаги) и т.д.

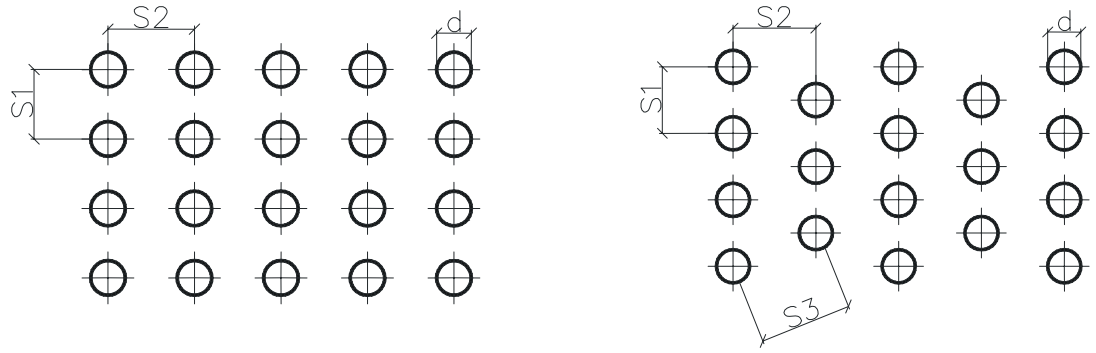


Рисунок 2 – Конфигурация конвективных поверхностей.
А – коридорный; Б – шахматный.

Механизм теплообмена между отходящими газами и нагреваемой средой (вода, циркулирующая по внутреннему контуру конвективных пучков) работает по системе Отходящий газ – слой загрязнений стенки трубы конвективного пучка – металлическая труба – внутреннее отложение труб конвективного пучка.

Количество Q тепловой энергии усвоенное конвективными пучками площадью поверхности F определяется по выражению, кВт:

$$Q = kF\left(T_н - T_к\right), \tag{3}$$

где k – коэффициент теплопередачи, Вт/м^{2}град; $T_н$, $T_к$ – начальная и конечная температуры отходящего газа на входе и выходе из блока котла, град.

Важное значение имеет входящий в расчет коэффициент теплопередачи k, рассчитывающийся по формуле:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{б_1} + \frac{д_з}{л_з} + \frac{д_м}{л_м} + \frac{д_{в.о.}}{л_{в.о.}} + \frac{1}{б_2}}, \tag{4}$$

где α_1, α_2 – коэффициенты теплоотдачи от греющей среды к стенке и от стенки к обогреваемой среде, Вт/м^2·град; $\delta_з/\lambda_з = \varepsilon$ – тепловое сопротивление загрязняющего слоя (коэффициент загрязнения), (м^2/град)/Вт; $\delta_м, \lambda_м$ –

толщина, м и коэффициент теплопроводности металла стенки трубы, Вт/м·град; $\delta_{во},\lambda_{во}$ – толщина, м и коэффициент теплопроводности слоя отложений на внутренней поверхности труб, Вт/м·град. Обычно принимается, что котел должен работать в нормальном режиме, без отложений на внутренней поверхности.

Между высокотемпературными отходящими газами и охлаждающей средой имеет место сложный теплообмен. Поэтому коэффициент теплоотдачи от газов к трубе принят:

$$б_1 = o(б_к + б_л), \tag{5}$$

где $\alpha_к,\alpha_л$ – коэффициенты теплоотдачи конвекцией и излучением; ξ – коэффициент использования поверхности нагрева.

Тогда для коридорных и шахматных пучков коэффициент теплоотдачи конвекцией и излучением выразится:

$$б_1^к = \frac{0{,}2C_z \frac{л}{d}\left(\frac{wd}{н}\right)^{0{,}65}\Pr^{0{,}33}}{\left[1+(2S_1-3)\left(1-\frac{S_2}{2}\right)^3\right]^2} + 5{,}67\cdot10^{-8}\frac{б_з+1}{2}aT^3\frac{1-\left(\frac{T_з}{T}\right)^{3{,}6}}{1-\frac{T_з}{T}}, \tag{6}$$

$$б_1^ш = \frac{0{,}36C_z \frac{л}{d}\left(\frac{wd}{н}\right)^{0{,}6}\Pr^{0{,}33}}{\left[1+(2S_1-3)\left(1-\frac{S_2}{2}\right)^3\right]^2} + 5{,}67\cdot10^{-8}\frac{б_з+1}{2}aT^3\frac{1-\left(\frac{T_з}{T}\right)^{3{,}6}}{1-\frac{T_з}{T}}, \tag{7}$$

где C_z – поправка на число рядов труб по ходу газов; определяется в зависимости от среднего числа рядов в отдельных пакетах рассчитываемого пучка; S_1, S_2– продольный и поперечный шаги труб; T, $T_з$ – температура газов и наружной поверхности стенки с учетом загрязнений, град; $\alpha_з$ – степень черноты загрязненных стенок лучевоспринимающих поверхностей; a – степень черноты потока газов в зависимости от температуры.

Для определения количества тепла, отданного от стенки трубы к воде расчет выполняется по формуле Ньютона-Рихмана в дискретной форме:

$$ДQ_1 = pd_1 ДL_{тр} б(t_c - t_{жi}), \tag{8}$$

где $\Delta L_{тр}$ – величина дискретизации по длине трубы; α – коэффициент теплоотдачи движущейся воды в змеевике; t_c – температура трубы на внутренней границе (средняя по периметру); $t_{жi}$ – средняя температура воды на i-том участке трубы.

Первый этап расчета выполненный на программном комплексе завершается выходом чертежей, 3-х мерных моделей (рисунок 3) и расчетами. Далее проектировщиком оцениваются и уточняются все конструктивные детали, а затем приступают к моделированию процессов протекающих в котле.

Программный комплекс содержит расширяемые базы данных, которые содержат справочно – нормативную и конструкторскую документации

необходимые в ходе разработки и исследовании. Полученные результаты оцениваются экспертом, если необходимо вносятся необходимые коррективы в конфигурацию установки и выполняются перерасчеты. Далее проектировщиком оцениваются и уточняются все конструктивные детали, а затем приступают к моделированию процессов протекающих в котле.

Для наглядности процессов, протекающих в котле-утилизаторе создана имитационная модель, реализованная в среде программирования Delphi. При создании имитационной модели был учтен опыт и удобства работы со скадо-системами. Одно из назначений систем визуализации – отображение технологического процесса в реальном времени (рисунок 3Б).

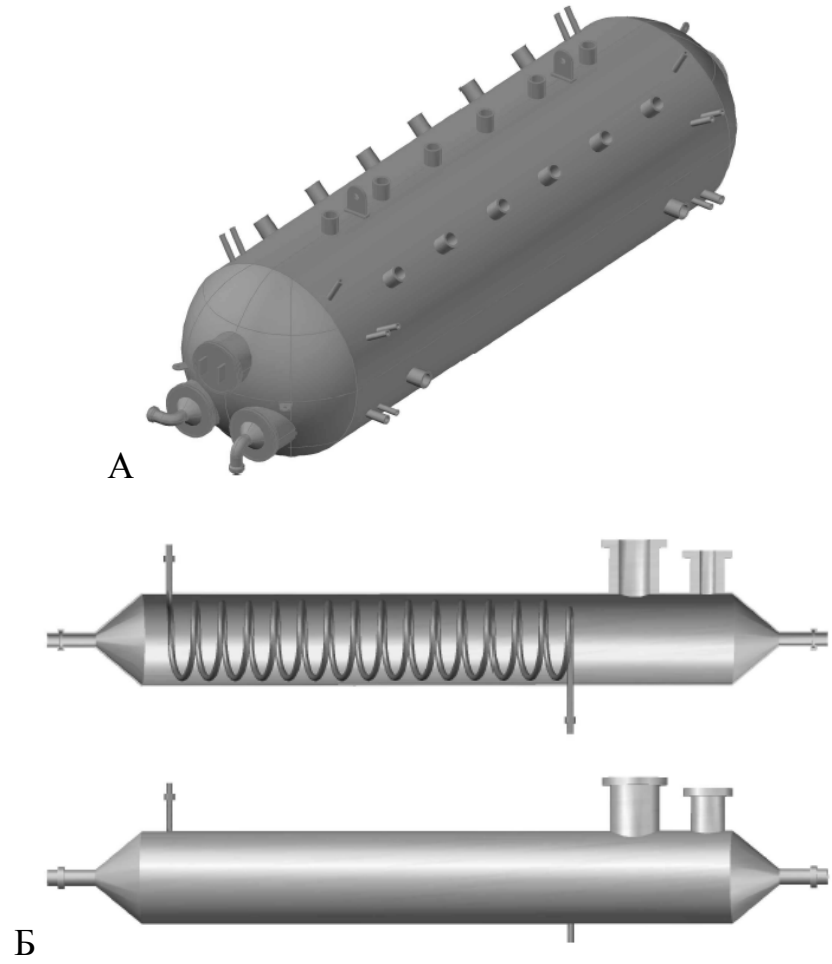


Рисунок 3 – Трехмерные модели, разработанные программным комплексом
А – барабан котла–утилизатора; Б – корпус котла-утилизатора со спиральнонавивным конвективным пучком.

Созданная модель позволяет наблюдать процесс в динамике и статике. На графиках, предусмотренных в программном комплексе, отражается динамика процессов в аппарате. Кнопка «анимация», находящаяся в правом нижнем углу главной формы, вызывает форму анимации процесса протекания отходящего газа через внутренние узлы (конвективных по-

верхностей утилизатора). Формы могут работать параллельно и дополнять другу друга.

Использование данного программного комплекса экономит значительную часть времени на проектирование, а использование технологий баз данных дает возможность накапливать проектные решения и производить мгновенные перерасчеты с изменением параметров. Программный продукт можно использовать не только для целей проектирования и научных исследований, но также в качестве обучающей системы для технологического персонала.

УДК 37.01

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ВЕЛИЧКО А. В., ПАВЛОВИЧ Л. Б.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Потребности человеческого общества реализуются, через промышленное производство. Цели его и задачи развития могут быть в разных социальных условиях различными, но как бы общество не регулировало свои потребности, они обязательно будут осуществляться через хозяйственную деятельность. В связи с этим неизбежно возникают противоречия между человеком и природой, между производством и естественными экологическими системами.

Интенсивное использование природных ресурсов человеком, вовлечение их в хозяйственную деятельность причиняет все более ощутимый ущерб самой природе. Она стала терять свою уникальную способность к самовосстановлению. Нарушаются естественные биологические циклы, тормозятся, процессы развития. Природа всё чаще ощущает мощные залповые воздействия общества. К настоящему времени многие виду загрязняющих веществ, например, металлы, пыль, пестициды, радиоактивные вещества в связи с атмосферными и гидросферными циркуляционными процессами выходят на региональный и глобальный уровень, превращая планету в единую технобиологическую систему.

В настоящее время речь идёт о решении жизненно важной проблемы – защиты и охраны здоровья, живущих и будущих поколений от вредных последствий научно – технического прогресса и хозяйственной, деятельности. В эпоху научно – технической революции возникла парадоксальная ситуация: с одной стороны знания и технические возможности человека стали основой создания мощных производственных сил, способных вести активное наступление на природу, менять лик Земли, подчиняя окружающую среду интересам общества, а с другой – именно недостатки

знаний особенно в вопросах окружающей среды ограничивает способность полностью и правильно оценить степень воздействия производственных сил общества на природу.

К настоящему времени система «общество – природа» оказалось функционально замкнутой. Природа выступает по отношению к обществу не как безграничная и аморфная среда, а как функциональная система, перерабатывающая результаты хозяйственной деятельности в новые факторы, которые проявляют себя впоследствии и с которыми обществу приходиться считаться.

Каким же образом соотносятся друг с другом производственные процессы и природная среда?

Природные ресурсы, составляя материальную основу развития общественного производства, выполняют исключительно экономическую функцию. Но в отличие от других средств производства, являющих собой воплощение общественного труда, они формируют окружающую природную среду и выполняют, следовательно, исключительно экологическую функцию.

И лишь вместе – природные ресурсы и природная среда (как правило, уже в изменой, под воздействием человека, виде) – наряду с господствующими производственными отношениями составляют ЭКОЛОГО-экономическую систему, включающую в себя природу и производство.

Таким образом необходима программа по управлению и координации проводимых научных исследований, хотябы в следующих направлениях.

Пары органических растворителей, а также оксиды серы, азота и углерода относятся к числу основных и наиболее опасных в экологическом отношении загрязнителей атмосферы. Ежегодный их выброс составляет сотни миллионов тонн. На сегодняшний день подавляющее большинство отходящих газов вообще не подвергается не какой очистке (это газы гальванических, лакокрасочных, механических производств, топочные газы ТЭЦ, выхлопные газы двигателей внутреннего сгорания и др.).

Хвостовые газы промышленных агрегатов подвергаются, как правило, обезвреживанию сорбционными, окислительными или восстановительными методами. Радикальным способом очистки отходящих газов является утилизация с получением ценных химических продуктов на каталитических системах, разработаны и разрабатываемых в нашей стране (Институты Катализа, Химии нефти СО РАН, Ленгипронефтехим, Томский политехнический университет и др.). При этом наибольшее распространение получили гетерогенные катализаторы на основе цеолитов, модифицированные металлами и оксидами металлов платиновой группы.

Однако кроме высокой стоимости эти катализаторы имеют ряд принципиальных недостатков: они активны лишь в жестких условиях (высокие температуры и давление), весьма чувствительны к каталитическим

ядам, а, следовательно, к чистоте исходного сырья, работают в безкислородных условиях.

Попытки создания дешевого, стойкого к отравлению и активного катализатора на основе оксидов неблагородных металлов к успеху пока не привели, хотя работы в данном направлении ведутся достаточно активно.

Известны попытки использования в качестве катализаторов карбидов или цианидов d-переходных металлов, однако, низкая химическая и термическая не позволяют надеяться на широкое их использование в промышленном масштабе.

Нам представляется не обходимым разделить весь процесс очистки газов выбросов на три этапа. Первый, из которых выполняемый под руководством д.х.н. Кряжева Ю.Г., должен включать установку по адсорбации органических веществ на углеродно-волокнистом материале, с последующем выжигании их коротким разрядом. Образовавшаяся смесь оксидов серы, азота, углерода (а также те газы, которые изначально их содержат) поступают на установку каталитической очистки газов от оксидов серы и азота, с образованием инертных соединений в виде коллоидной серы и молекулярного азота. Наибольший интерес представляет катализ с комплексными соединениями, в основе которого лежит процесс промежуточного взаимодействия в форме образования аддуктов катализатора с реагирующими веществами в совместном поле центрального иона металла и лигандов. От электронной структуры образующегося аддукта зависят определяющие параметры всего каталитического акта, а именно: пространственная ориентация реагента, потенциал ионизации образующей структуры, её поляризация и энергия активации процесса.

Таким образом, сопряжение партнёров химического превращения путём взаимодействия с каталитической комплексной системой выступает как действующее начало, компенсирующее энергию разрыва старых связей и образовании новых.

Металлокомплексы фталоцианина (МФц) и порфиритов, обладающее, уникальной для органических соединений, химической и термической стабильностью, наиболее полно удовлетворяет требованиям, предъявленным к данному роду катализаторов. Они с полным основанием могут рассматриваться как структурные аналоги природных ферментов гемоглобина, миоглобина, цитохромов, хлорофилла. Активные центры таких комплексов идеально приспособлены для обратимого связывания малых молекул и проведения с ними окислительно-восстановительных процессов. Важнейшим свойством МФц является возможностью изменения в широком пределе электронной структуры комплекса варьирования центрального иона металла и леганда. Это позволяет сознательно влиять на энергетику процесса.

На сегодняшний день разработаны процессы очистки газовых выбросов от соединений серы и азота [1-4], разработана технология получения как гомогенного, так и гетерогенного фталоцианиновых катализаторов

[5-7],было освоено их опытно-промышленное производство на ОАО «ЗСМК», проведены промышленные испытания на ПО «Химпром» и коксохимическом заводе в г. Кемерово, ПО «Азот» г. Навой, «Сибирском химическом комбинате» и др., выполнены проекты установок по очистке газовых выбросов для Новосибирского завода химконцентратов, СХК, КХЗ г. Кемерово, Темиртау и др. Эффективность очистки газовых выбросов составляет, в зависимости от условий процесса, 95-99,9 %.

На третьим этапе, очищенные от соединений серы и азота газовые выбросы, содержащие, азот и оксиды углерода, могут быть использованы в качестве исходного сырья при синтезе широкой гаммы органических соединений, являющихся ценным сырьем для производства пластических масс, синтетических волокон, моющих средств, смазочных масел, моторных топлив.

Синтезы на основе оксидов углерода и водорода, рассматриваются в настоящее время как один из возможных путей замены нефтяного сырья. Использование их в качестве сырья для химической промышленности позволяет, в значительной мере, рационально использовать природные ресурсы.

Исследовательские и опытно-конструкторские работы в этом направлении развиваются весьма эффективно под руководством академика Розовского А.Я. и д.х.н. Ионе К.Г. Таким образом, в настоящее время решено большинство теоретических проблем и имеется существенный задел для решения проблем очистки газовых выбросов в полном объёме, путём координации и кооперации работы разных школ и направлений.

Наша организация, имеющая деловые отношения со всеми вышеперечисленными организациями центрами, готова взять на себя обязанности по разработке и реализации комплексной программы очистке и утилизации газовых выбросов промышленных агрегатов, включая теоретическое обоснование, технологическое обеспечение, проектирование, авторский надзор, обеспечение катализаторами процесса очистки газов от соединения серы и азота.

Мы также обладаем информацией и деловыми связями, которые позволят решить вопросы, связанные с конструированием, изготовлением и монтажом установок.

Объём и скорость реализации предлагаемого проекта будут определятся объёмом финансирования и заинтересованностью промышленных организаций и экологических надзорных органов.

Библиографический список

1. Борисенкова С.А., Гиренко Е.Г. Методы генетерогенизации фталоцианиновых комплексов // В кн.: Успехи химии порфиринов / Под ред. Голубчикова О.А. – СПб.: Изд-во НИИ Химии СПбГУ, 1997. – Т.1. – С.212-222.
2. БорисенковаС.А., Вильданов А.Ф., Мазгаров А.М.Современные про-

блемы обессеривания нефтепродуктов //Рос. хим. журн. ВХО им. Д. И. Менделеева. – 995. – Т,XXXIX.№5 – С.87-101.
3. А. с. № 1719036 СССР, МКИ В 01 D 53/36 Способ очистки отходящих газов от оксидов азота / А.В.Величко, В.Е.Майзлиш, Г.П.Шапошников от 06.01.1989 БИ № 10 1992.
4. Майзлиш В. Е., Шапошников Г. П., Величко А. В. Металлофталоциани-ны – гетерогенные катализаторы восстановления оксидов азота аммиаком //«Изв. Вуз. Химия и химическая технология», 1993 Т 36, № 2 С. 47-52
5. А.В.Величко. Катализаторы процессов очистки промышленных отходов и углеводородного сырья от соединений серы и азота. // Всероссийская научно-техническая конференция «Современные проблемы экологии». Тула, 2006.- С. 203 - 206.
6. Величко А.В., Самборская М.А., Москвин В.С. Способ получения фталоцианина меди Пат России № 2050359. – Бюл. 1995. № 35.
7. Салтанов А.В., Самигулина Л.А., Павлович Л.Б. Производство металлофталоцианинов на базе фталевого ангидрида // Химия в интересах устойчивого развития. – 2001. – № 9. – С. 89-96.

УДК 658.567.1:616-036.22

О НЕОБХОДИМОСТИ УПОРЯДОЧЕНИЯ СБОРА И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ (КЛАСС Б) И ЧРЕЗВЫЧАЙНО ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ (КЛАСС В) ОТХОДОВ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ (МЕДИЦИНСКИЕ ОТХОДЫ)

Тощилкин В. Н.

ООО «Утилитсервис»
г. Новосибирск

Всемирная организация здравоохранения с 1979 года относит медицинские отходы к группе опасных и рекомендовала создание специальных служб по их переработке. Базельская конвенция в 1992 году выделила 45 видов опасных отходов, список который открывается «клиническими» отходами.

Зарубежный и отечественный опыт обращения с отходами лечебно-профилактических организаций (медицинские отходы), показывает, что нет более безопасного и эффективного обезвреживания, как централизованное термическое их уничтожение.

В Европе отходы лечебно-профилактических организаций (медицинские отходы) делят на две основные категории: инфицированные и неинфицированные компоненты.

Инфицированные отходы, под строгим надзором и специально упакованные, поступают на сжигание и должны быть обезврежены в срок не превышающий 48 часов.

Неинфицированные отходы удаляются по общим каналам муниципальных отходов.

Статья 49 Федерального закона № 323 от 21.11.2011 г. «Об основах охраны здоровья граждан Российской Федерации» и санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами СанПиН 2.1.7.2790-10» предусматривают классификацию:

- Класс А – эпидемиологически безопасные отходы, по составу приближенные к твердым бытовым;
- Класс Б – эпидемиологически опасные отходы;
- Класс В – чрезвычайно эпидемиологически опасные отходы;
- Класс Г – токсикологически опасные отходы 1-4 класса опасности;
- Класс Д – радиоактивные отходы.

Основным документом, в настоящее время, регламентирующим вопросы обращения с отходами лечебно-профилактических организаций (медицинскими отходами), являются санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами СанПиН 2.1.7.2790-10», которые устанавливают обязательные санитарно-эпидемиологические требования к обращению (сбору, временному хранению, обеззараживанию, обезвреживанию, транспортированию) с отходами, образующимися при осуществлении медицинской и\или фармацевтической деятельности, выполнении лечебно-профилактических и оздоровительных процедур, а также режиму работы при обращении с медицинскими отходами.

Этим определением заложен странный принцип определения класса опасности отходов, не по морфологическому составу, токсичности и т.д., а по месту их образования.

В тоже время, существует определение изложенное в ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения» – отходами лечебно-профилактических учреждений являются материалы, вещества, изделия, утратившие частично или полностью свои потребительские свойства в ходе осуществления медицинских манипуляций, проводимых при лечении или при обследовании людей в медицинских учреждениях.

Деятельность по обращению с твердыми бытовыми отходами (класс А), токсичными (промышленными отходами 1-4 класса опасности) (класс Г), радиоактивными отходами (класс Д), регулируется Федеральным законом от 24.06.1998 г. № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления», другими федеральными законами и постановлениями Правительства РФ. Вопросы организации сбора, транспортирования, обезвреживания, разме-

щения, захоронения бытовых и промышленных отходов, в соответствии с Федеральным законом от 06.10.2003 г. № 131-ФЗ «Об общих принципах организации местного самоуправления в Российской Федерации», относятся к полномочиям органов местного самоуправления.

Специфическими отходами лечебно-профилактических организаций, являются эпидемиологически опасные (класс Б) и чрезвычайно эпидемиологически опасные (класс В) отходы. Отходы классов А, Г, Д, нет необходимости и не целесообразно дублировать регламентацию с этими отходами санитарными правилами или каким либо другим документом.

В условиях активной циркуляции вирусов иммунодефицита человека, гепатита В и С, в лечебно-профилактических организациях страны, существенно повышается риск инфицирования медицинских работников этими инфекциями при оказании медицинской помощи и персонала непосредственно занятого обращением с медицинскими отходами.

По данным официальной статистики в настоящее время в стране зарегистрировано свыше 650 тысяч случаев ВИЧ-инфекции, около 5 млн. больных хроническими формами гепатитов В и С.

К числу наиболее актуальных проблем, возникающих при обращении с медицинскими отходами в лечебно-профилактических учреждениях, относится защита медицинского персонала работников занятых сбором транспортированием, обезвреживанием медицинских отходов, от профессионального заражения инфекционными заболеваниями.

По данным управлений Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации, в лечебно-профилактических организациях страны за 2011 год зарегистрировано всего 566 аварийных ситуаций, связанных с медицинскими отходами.

За последние 3 года зарегистрировано 5 случаев заболеваемости вирусными гепатитами медицинских работников, обусловленных нарушениями требований при обращении с медицинскими отходами.

На сегодняшний день выявлено юридическое не соотношении понятий «отходы лечебно-профилактических учреждений» и «медицинские отходы», что отражено в письме Росприроднадзора от 23.05.2012 г. № ОД-06-01-31\6139 – «Понятие отходов лечебно-профилактических учреждений, в настоящий момент не установлено, в связи с утратой силы санитарно-эпидемиологических правил и нормативов «Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений СанПиН 2.1.7.728-99». Частью 1, статьи 49 Федерального закона от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан Российской Федерации» и санитарно-эпидемиологическими правилами и нормативами «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами СанПиН 2.1.7.2790-10», введен термин «медицинские отходы» к обращению с которыми и устанавливаются определенные требования. В настоящее время, возник вопрос соотнесения вышеуказанных понятий, а также ряд других вопросов, в части полномочий федеральных органов исполни-

тельной власти при обращении с медицинскими отходами и не урегулированы нормативно-правовые акты.

По данным проведённого Роспотребнадзора контроля за обращением с медицинскими отходами показал, что во многих лечебно-профилактических организациях имеется ряд грубых нарушений требований противоэпидемического режима, выражающихся в частности в отсутствии:

- достаточного количества специального оборудования, инвентаря и расходных материалов для упаковки медицинских отходов (специальные пакеты, стойки-тележки, одноразовые емкости, многоразовые баки, транспортные внутрикорпусные тележки, либо мини-контейнеры), а также простой и надежной технологии герметизации одноразовой упаковки.

Определение отсутствия достаточного количества, вышеперечисленного оборудования, материалов, субьективног и не подтверждается какими либо расчетами.

Эти нарушения так и будут фиксироваться, в связи с тем, что нет утвержденной методики расчета норматива образования отходов лечебно-профилактической организации (медицинских отходов), а следовательно и нет объективной возможности общитать требуемое количество оборудования, расходных материалов при обращении с отходами.

Разработка и утверждение методики расчета нормативов (лимита) образования отходов в лечебно-профилактических организациях, позволит планировать финансовые затраты на приобретение оборудования, расходных материалов и обезвреживания отходов.

Наличие норматива образования отходов в лечебно-профилактической организации позволит контролировать деятельность по обращению с отходами лечебно-профилактической организации на всех этапах.

Кроме того, разработанный норматив, может лечь в основу разработки и утверждения тарифа для централизованного термического обезвреживания отходов лечебно-профилактической организации (медицинских отходов).

Отсутствие норматива образования отходов лечебно-профилактических организаций (медицинских отходов) препятствует соблюдению и исполнению в полном объеме действующий санитарно-эпидемиологических правил и нормативов.

Для приведения деятельности по обращению с отходами лечебно-профилактических организаций (медицинских отходов) необходимо:

1. Привести в соответствие вопросы обращения с отходами лечебно-профилактических организаций (медицинские отходы) с действующим федеральным законодательством и другими нормативно-правовыми актами.

2. Исключить из классификации отходов лечебно-профилактических организаций (медицинские отходы) класс А – эпидемиологически безопасные отходы, по составу приближенные к твердым

бытовым; Класс Г – токсикологически опасные отходы 1-4 класса опасности.

3. Разработать и утвердить «Порядок сбора и обезвреживания эпидемиологически опасных (класс Б) и чрезвычайно эпидемиологически опасных (класс В) отходов лечебно-профилактических организаций (медицинских отходов).

4. Разработать и утвердить методику расчета нормативов (лимита) образования отходов в лечебно-профилактических организациях.

УДК 658.567.1

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ ОТХОДОПЕРЕРАБОТЧИКОВ КАК НЕОБХОДИМОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ДИЛЕММЫ «ОТХОД-РЕСУРС»

КУЗНЕЦОВ П.И.

Союз отходопереработчиков Краснодарского края
г. Краснодар

В работе [1] предложен подход к установлению количественного критерия различия между отходами и ресурсами на микроэкономическом уровне. Подход получил дальнейшее развитие в концепции «ресурс-антиресурс» [2]. Согласно этой концепции классическое представление ресурса как источника, средства обеспечения производства трансформируется в препятствие для развития производства или даже превращается в фактор деградации или разрушения ценностей, полезностей, которые использовались в процессе производства. То есть при определенных ситуациях ресурс превращается в антиресурс, который обуславливает материальные, моральные и другие ущербы для общества и человека. Это положение в полной мере относится и к антиресурсам общественного развития.

Очевидно, что дилемма «отход-ресурс» в принципе не может быть разрешена в рамках классической рыночной экономики, рассматривавшей, да и рассматривающей во многом сейчас, окружающую природную среду как «неисчерпаемый источник» ресурсов и «бездонную ёмкость» для размещения отходов. В противовес классической рыночной экономической парадигме рыночная же эколого-экономическая система взглядов на проблему отходов, формирующаяся в значительной мере на основе интуитивных представлений и правдоподобных рассуждений без строго научного обоснования, в некоторой степени даёт ответ на поставленный вопрос. Так из российского нормативного документа [3] следует, что если даже в силу рыночных условий переработка конкретных отходов в товарную продукцию представляется экономически неэффективной, то учёт всех общественных затрат на оздоровление экологической обстановки, начиная от до-

бычи природных ресурсов, в подавляющем числе случаев меняет эту ситуацию на противоположную.

Имеющиеся оценки затрат на оздоровление экологической обстановки в денежном выражении дают величину порядка глобального валового продукта так называемой «производящей» экономики [4], что в свою очередь показывает вопиющую неадекватность существующих нормативов платы за размещение отходов [5].

Однако постепенно приходит понимание, что разрешение, в частности, дилеммы «отход-ресурс» возможно лишь на строго научном подходе, последовательно реализуемом рядом отечественных авторов [4, 6-9]. Так в работе [4] прямо утверждается, что рыночная экономика, в которой рост и прибыль являются главной целью, стала механизмом разрушения биосферы. Такой категорический вывод основан на теоретическом обобщении огромного массива опытных данных, известном как «Биотическая регуляция окружающей среды» [6-9]. Концепция, а по существу теория (по крайней мере, имеющая все существенные признаки теории) «Биотической регуляции окружающей среды», в частности, вскрывает имеющее место быть даже в российском законодательстве заблуждение о возможности неких «безотходных технологий». Приведём цитату из работы [6]: «Считается, что в доиндустриальную эпоху окружающая среда оставалась пригодной для жизни благодаря равенству синтеза и разложения органических веществ, что рассматривалось учёными как замкнутость биохимического круговорота. Поэтому предполагается, что в соответствии с нуждами растущей численности населения планеты допустима любая перестройка биосферы при единственном условии – ликвидации промышленных загрязнений, то есть при переходе к безотходным технологиям, что решает все экологические проблемы[1]. Это первое и главное заблуждение».

Если рассматривать дилемму «отход-ресурс» в контексте устойчивого развития, опираясь на теоретико-методологический анализ работы [7], то следует признать, что её разрешение лежит в основном в социогуманитарной плоскости, в частности, в несовершенстве природоохранного законодательства и соответствующей правоприменительной практики. При этом следует особо подчеркнуть, что вовлечение отходов в хозяйственный оборот даже в мировом масштабе (верхний предел такого вовлечения определяется чувствительность биоты – фундаментальной экологической характеристикой биосферы, имеющей величину не менее 10^{-4}) не решает, конечно, глобальную проблему сохранения человеческой цивилизации в условиях безудержного роста потребления в так называемых «цивилизованных» странах и роста народонаселения. Однако максимально возможное использование отходов для производства продукции и извлечения энергии и максимальное же повышение кратности рециклирования путём

[1] Leontief W. The Future of the World Economy. New York: Oxford University Press, 1977

становления и развития отходоперерабатывающей отрасли (ОПО) позволят многократно снизить существующую закритическую нагрузку на окружающую природную среду и оттянуть глобальную экологическую катастрофу.

В работе [10] при рассмотрении проблем становления и развития ОПО сделан вывод о том, что без ответственной, системной, научно обоснованной, учитывающей международный опыт государственной политики в области управления отходами говорить создании ОПО не приходится. Иными словами, необходимо активное государственное регулирование и управление, чтобы использование и обезвреживание отходов стало приоритетным и выгодным.

Однако вопреки сказанному деятельность властей и природоохранных органов федерального и регионального уровней носит в основном надзорный и фискальный характер, не обеспечивает современных требований к качеству окружающей природной среды, не создаёт положительных мотиваций у граждан, природопользователей и особенно отходопереработчиков по соблюдению природоохранных требований и внедрению природоохранных технологий. Экономические методы стимулирования природоохранной деятельности крайне не совершенны и практически не задействованы. Так, средства, поступающие в виде платы за негативное воздействие на окружающую среду, практически не направляются на природоохранные мероприятия, а расходуются федеральными, региональными и муниципальными властями по собственному усмотрению. Ссылки чиновников на отсутствие финансовых средств для реализации делегированных им полномочий во многом не состоятельны, а скорее отражают их (чиновников) некомпетентность, нежелание работать и нежелание выделять указанные средства на природоохранные мероприятия. Проведение санитарной очистки территорий населённых мест от отходов, на что обычно ссылаются чиновники, не имеет никакого отношения к экологически безопасному обращению с отходами, поскольку «львиная» часть этих отходов, более 95 %, «размещается» на различного рода свалках, являющихся мощными загрязнителями окружающей природной среды. «Бюрократическая машина» проворачивается медленно и со скрипом, рождая на выходе бумажную «мышь». Иначе говоря, вместо заявленного олимпийского принципа «Ноль отходов» на выходе имеем «Ноль результата».

Для разрешения дилеммы «отход – ресурс» и становления и развития ОПО необходимыми (но не достаточными!) условиями являются:

- создание положительных социальных, экономических и экологических мотиваций для отходопереработчиков;
- обеспечение стабильной и плановой загрузки как существующих, так и планируемых к созданию отходоперерабатывающих мощностей путём формирования эффективной плановой системы раздельного сбора и дальнейшей высокомеханизированной сортировки отходов;

- обеспечение стабильных и плановых закупок продукции и энергии, полученных из отходов, путём долгосрочного государственного и муниципального заказа;
- выработка и установление для отходопереработчиков всех возможных налоговых и кредитных льгот федерального, регионального и местного уровней;
- представление отходопереработчикам льгот по теплоснабжению, водоснабжению, канализации и электроснабжению;
- представление отходопереработчикам целевого финансирования научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, пилотных проектов по использованию и обезвреживанию отходов;
- объединение материальных, финансовых и организационных ресурсов, а также привлечение средств внебюджетных источников для реализации общественно значимых проектов и программ по становлению и развитию отходоперерабатывающей отрасли в рамках государственно - частного партнерства;
- принятие (в конце концов!) федерального закона «О плате за негативное воздействие на окружающую природную среду» с безусловным и обязательным направлением собранных средств исключительно на природоохранные мероприятия, перечень которых также должен быть утверждён законом.

К сожалению, по имеющимся в нашем распоряжении сведениям планируемая модификация российского природоохранного законодательства об отходах (законопроекты: 396708-5,466482-5, 494290-5, 584399-5, 584587-5) либо вообще не содержит, либо содержит в крайне урезанном виде перечисленные выше необходимые преференции отходопереработчикам!

Более того, отечественные «законотворцы» и прежде всего Министерство природных ресурсов и экологии доработались до того, что практически полностью нивелировали механизм платности природопользования в части платы за размещение отходов [11] и продолжают это делать в законопроекте 584399-5.

Единичные примеры регионального законодательства о налоговых льготах отходопереработчикам (Закон Кемеровской области от 02.06.2011 № 64 «О налоговых льготах организациям, осуществляющим деятельность по переработке отходов на территории Кемеровской области») не меняют в целом удручающий фискально-декларативный характер российского законодательства. В этих обстоятельствах Союзом отходопереработчиков Краснодарского края в Законодательное Собрание Краснодарского края 27 марта 2012 года внесён законопроект «Об экономическом стимулировании отходопереработчиков» [12], в котором отражены все вышеперечисленные преференции.

В заключение следует отметить, что культивируемые сейчас представления о передовых западных технологиях и системах управления от-

ходами проистекают из-за того, что нами во много утрачен уникальный советский опыт управления вторичными материальными ресурсами [13-16], который в той или иной мере взят на вооружение западными странами.

По нашему убеждению только при выполнении изложенных условий и при обязательном применении элементов плановой мобилизационной экономики [16] для ответственного исполнения органами власти всех уровней своих полномочий и создания стимулов для привлечения предпринимательского сообщества и граждан следует ожидать значимого продвижения в направлении разрешения дилеммы «отход – ресурс» и создания эффективной отходоперерабатывающей отрасли. Об этом, кстати, свидетельствует и зарубежный опыт. Процитируем автора известной концепции «Zero Waste» Робина Мюррея (Robin Murrey) [17, стр. 213]: «Центральный момент современной экологической политики — руководящая роль правительства и четкое видение долгосрочной перспективы. За счёт этого обеспечивается синтез разных точек зрения, необходимый для осуществления системных изменений».

Библиографический список

1. Кузнецов П.И., Панюшкин В.Т., Трунин С.Н. «Эколого-экономические аспекты дилеммы «отход-ресурс». Микроэкономический уровень» // «Экономика природопользования». 2007. Вып. 6.
2. Степанов В.Н., Шурда К.Э. «Категория «антиресурс» в контексте социально-экономических и экономико-экологических исследований» //1 «Механізм регулювання економіки». 2010. № 4.
3. ГОСТ Р 52108-2003. «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Основные положения». М.: Госстандарт России, 2003.
4. Лосев К.С., Потапов И.И., Чеснокова И.В. «Рыночная экономика – механизм разрушения биосферы и человека» // «Экономика природопользования». 2009. Вып. 2.
5. «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления». Постановление Правительства РФ от 12.06.2003 № 344 (ред. от 08.01.2009).
6. Горшков В.Г. «Физические и биологические основы устойчивости жизни». М.: ВИНИТИ, 1995.
7. Горшков В. Г., Макарьева А. М., Лосев К. С. «В повестке дня – стратегия выживания человечества» //Вестник РАН, 2006, том 76, № 4.
8. Данилов-Данильян В.И. «Устойчивое развитие (теоретико-методологический анализ)» // «Экономика и математические методы». 2003. Т. 39, вып. 2.
9. URL: http://www.bioticregulation.ru/index_r.php.
10. Кузнецов П.И. «О становлении и развитии отходоперерабатывающей отрасли» //«Экономика устойчивого развития», 2012, № 9.

11. Кузнецов П.И. «За размещение отходов можно не платить!» // «Твёрдые бытовые отходы», 2012, № 3.
12. URL: http://sopek.ru/novosti?view=94945601.
13. Тряпкин А.И. «Товароведение и первичная обработка отходов волокнистых материалов». М.: ГНТИ Министерства промышленных товаров широкого потребления. Изд. 2-е, исправленное и дополненное, 1955.
14. Чистяков Б.З. «Использование отходов промышленности в строительстве». Л.: ЛЕНИЗДАТ, 1977.
15. Селитренников Н.Д. «Организация сбора и использования вторичного сырья в народном хозяйстве». М.: «Экономика», 1978.
16. Седов В.В. «Мобилизационная экономика: советская модель». Челябинск: Челябинский государственный университет, 2003.
17. Мюррей Р. «Цель — Zero Waste». (Перев. с англ.). М.: ОМНО «Совет Гринпис», 2004.

УДК 628.52:658

СТРУКТУРА РАЗДЕЛА 8 «ПЕРЕЧЕНЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ» ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В СВЕТЕ НОВОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА

Донских Т.А.

НОУ «ИПК «ЛАДА»
г. Кемерово

В соответствии с новыми требованиями раздел 8 «Перечень мероприятий по охране окружающей среды» (раздел 8), в составе проектной документации объекта капитального строительства, выполняется в соответствии с п. 25 гл. 2 Постановления Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 «О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию» (далее – Положение).

Раздел 8 не может быть выполнен без проработки смежных разделов проектной документации объекта капитального строительства, так как отражает все производственно-технические мероприятия направленные на улучшение состояния окружающей природной среды (ОПС). Для поиска и отбора наиболее рациональных решений применяется метод анализа затрат-результатов. В основе лежит сопоставление затрат на проведение каких-то природоохранных мероприятий, на реализацию проектных решений и т.п. и результатов от этих мероприятий.

До ввода данного Положения специалисты руководствовались Пособием к СНиП 11-01-95 по разработке раздела проектной документации «Охрана окружающей среды» (далее – Пособие) В настоящее время для не

линейных объектов капитального строительства в разделе 8 «Перечень мероприятий по охране окружающей среды» должна содержаться информация, перечисленная в подпунктах «а» - «д» пункта 25 Положения. Заголовки, содержащиеся в разделе 8, должны соответствовать указанным подпунктам в порядке, приведенном в Положении

Пособие утратило силу, но до утверждения в установленном порядке федеральных строительных нормативных документов, регламентирующих выполнение проектных и проектных работ, возможно, его использование в практике реального проектирования в качестве рекомендуемых положений в части, не противоречащей федеральным законам и постановлениям Правительства Российской Федерации.

Раздел 8 призван решать задачи охраны окружающей среды по средствам совокупности определенных действий, регламентируемые Положение.

Таким образом, на основе синтеза Положения и Пособия, а также ряда других природоохранных документов предлагается следующая структура раздела 8 (см. ниже).

Обложка;

Титульный лист;

Содержание тома;

Состав проектной документации;

Справка о соответствии проектной документации действующим нормам, правилам и требованиям органов Государственного надзора РФ;

Информация об исполнителе;

Список исполнителей;

Информация о заказчике;

Текстовая часть

1 Результаты оценки воздействия объекта капитального строительства на окружающую среду:

1.1 Физико-географические и климатические условия района расположения объекта капитального строительства;

1.2 Результаты оценки воздействия на состояние атмосферного воздуха;

1.3 Результаты оценки воздействия на состояние поверхностных вод;

1.4 Результаты оценки воздействия на состояние подземных вод;

1.5 Результаты оценки радиационного воздействия на окружающую среду.

2 Перечень мероприятий по предотвращению и (или) снижению возможного негативного воздействия намечаемой хозяйственной деятельности на окружающую среду и рациональному использованию природных ресурсов:

2.1 Результаты расчетов приземных концентраций загрязняющих веществ, анализ и предложения по предельно допустимым и временно согласованным выбросам:

2.1.1 Воздействие объекта на атмосферный воздух и характеристика источников выброса загрязняющих веществ;

2.1.2 Организация расчета по химическому воздействию;

2.1.3 Результаты расчета и анализ приземных концентраций загрязняющих веществ;

2.1.4 Предложения по предельно допустимым и временно согласованным выбросам;

2.2 Обоснование решений по очистке сточных вод и утилизации обезвреженных элементов, по предотвращению аварийных сбросов сточных вод:

2.2.1 Обоснование решений по очистке сточных вод;

2.2.2 Утилизация обезвреженных элементов (дублируется в п.2.6);

2.2.3 Мероприятия по предотвращению аварийных сбросов сточных вод;

2.3 Мероприятия по охране атмосферного воздуха:

2.3.1 Мероприятия по охране атмосферного воздуха от химического воздействия;

2.3.2 Мероприятия по регулированию выбросов вредных веществ в период неблагоприятных метеорологических условий;

2.3.3 Мероприятия по защите от шума на территории жилой застройки;

2.3.4 Обоснование границы санитарно-защитной зоны;

2.4 Мероприятия по оборотному водоснабжению;

2.5 Мероприятия по охране и рациональному использованию земельных ресурсов и почвенного покрова, в том числе мероприятия по рекультивации нарушенных или загрязненных земельных участков и почвенного покрова:

2.5.1 Мероприятия по охране и рациональному использованию земельных ресурсов и почвенного покрова;

2.5.2 Мероприятия по рекультивации нарушенных или загрязненных земельных участков и почвенного покрова;

2.6 Мероприятия по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению опасных отходов:

2.6.1 Виды и количество отходов;

2.6.2 Оценка степени токсичности отходов;

2.6.3 Обращение с отходами производства и потребления;

2.7 Мероприятия по охране недр;

2.8 Мероприятия по охране объектов растительного и животного мира и среды их обитания:

2.8.1 Определение возможных воздействий;

2.7.2 Описание существующих условий;

2.7.3 Прогнозируемые величины воздействия на растительный мир;

2.7.4 Прогнозируемые величины воздействия на животный мир;

2.7.5 Мероприятия по охране растительного мира;

2.7.6 Мероприятия по охране животного мира;

2.9 Мероприятия по минимизации возникновения возможных аварийных ситуаций на объекте капитального строительства и последствий их воздействия на экосистему региона:

2.9.1 Аварии природного характера;

2.9.2 Аварии технологического характера;

2.9.3 Аварии, связанные с отходами производства и потребления;

2.9.4 Меры предотвращения аварийных ситуаций;

2.9.5 Последствия воздействия аварийных ситуаций;

2.10 Мероприятия, технические решения и сооружения, обеспечивающие рациональное использование и охрану водных объектов, а также сохранение водных биологических ресурсов и среды их обитания, в том числе условий их размножения, нагула, путей миграции:

2.10.1 Водопотребление и водоотведение;

2.10.2 Характеристики водных объектов, используемых для водоснабжения и водоотведения;

2.10.3 Воздействие объекта капитального строительства на состояние поверхностных и подземных вод;

2.10.4 Характеристика сточных вод;

2.10.5 Технические решения по организации сброса сточных вод;

2.10.6 Данные об оценке воздействия планируемой деятельности на состояние водных биологических ресурсов и среду их обитания с учетом рыбохозяйственного значения водных объектов;

2.10.7 Сведения о планируемых мероприятиях по предупреждению и снижению негативного воздействия на водные биологические ресурсы и среду их обитания с учетом рыбохозяйственного значения водных объектов;

2.10.8 Мероприятия по охране подземных вод от истощения и загрязнения;

2.11 Программа производственного экологического контроля (мониторинга) за характером изменения всех компонентов экосистемы при строительстве и эксплуатации объекта, а также при авариях

2.11.1 Методы и средства контроля за состоянием воздушного бассейна (в т.ч. шумовой мониторинг);

2.11.2 Мониторинг за обращением с отходами производства и потребления;

…

2.11.n Аварийный сброс сточных вод

3 Перечень и расчет затрат на реализацию природоохранных мероприятий и компенсационных выплат

3.1 Перечень и расчет затрат на реализацию природоохранных мероприятий по охране атмосферного воздуха от химического воздействия;

3.2 Перечень и расчет затрат на реализацию природоохранных мероприятий по охране атмосферного воздуха от физического воздействия;

3.3 Перечень и расчет затрат на реализацию природоохранных мероприятий по охране поверхностных вод;

3.3 Перечень и расчет затрат на реализацию природоохранных мероприятий по охране подземных вод;

3.4 Перечень и расчет затрат на реализацию природоохранных мероприятий по обращению с отходами производства и потребления;

3.5 Перечень и расчет затрат на реализацию природоохранных мероприятий по охране объектов животного и растительного мира.

Графическая часть

1 Ситуационный план (карту-схему) района строительства с указанием на нем границ земельного участка, предоставленного для размещения объекта капитального строительства, границ санитарно-защитной зоны, селитебной территории, рекреационных зон, водоохранных зон, зон охраны источников питьевого водоснабжения, мест обитания животных и растений, занесенных в Красную книгу Российской Федерации и красные книги субъектов Российской Федерации, а также мест нахождения расчетных точек;

2 Карты-схемы с указанием расположения источников выбросов в атмосферу загрязняющих веществ и результаты расчетов приземных концентраций загрязнения атмосферы по веществам и комбинациям веществ с суммирующимися вредными воздействиями на период строительства;

3 Карты-схемы с указанием расположения источников выбросов в атмосферу загрязняющих веществ и результаты расчетов приземных концентраций загрязнения атмосферы по веществам и комбинациям веществ с суммирующимися вредными воздействиями на период эксплуатации;

4 Карта-схема с указанием расположения источников шума, расчетных точек и с результатами расчета акустического воздействия на период строительства;

5 Карта-схема с указанием расположения источников шума, расчетных точек и результаты расчета акустического воздействия на период эксплуатации.

Приложения

В приложениях представляется действующая нормативно-разрешительная документация предприятия, технические условия, исходные данные для расчетов.

Технические моменты при выпуске проектной документации регламентируются ГОСТ Р 21.1101-2009 «Основные требования к проектной и рабочей документации», ГОСТ 2.105-95 «Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам» и др.

В потребительском обществе с каждым годом особую актуальность при строительстве, эксплуатации объектов капитального строительства приобретает проблема обращения с отходами производства и потребления.

Проектными решениями необходимо определять места конечного размещения отходов производства и потребления, образующиеся в процессе производственной деятельности объекта капитального строительства, для выполнения требований статьи 51 части 2 Федерального закона от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды». Наиболее распространенные способы обращения с отходами производства и потребления - размещение в объектах размещения отходов (например, отвал), использование (например, вскрышная порода используется в качестве сырья для отсыпки дорог) и передача специализированным организациям на утилизации.

Специализированные организации должны иметь действующую лицензию, так как деятельность по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортированию, размещению отходов является лицензируемой в соответствии с Федеральным законом от 8 августа 2001 года N 128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности».

Нормативно-правовые и санитарно-гигиенические аспекты обращения с отходами производства и потребления описываются в п. 2.6 «Мероприятия по сбору, использованию, обезвреживанию, транспортировке и размещению опасных отходов разрабатываются на период строительства и эксплуатации» и часть дублируется в п. 2.2.2 «Утилизация обезвреженных элементов».

Пример текстовой части п. 2.2.2 «Утилизация обезвреженных элементов (дублируется в п.2.6)» представлен ниже.

Тонкая очистка в локальной очистной установке осуществляется тремя фильтрами с наполнителями из кокса и древесной стружки.

В процессе эксплуатации установки, периодически проверяется степень загрязненности фильтрующих материалов фильтров. При обнаружении следов масленых скоплений во втором по ходу стока воды фильтре фильтрующий материал первого фильтра удаляется, второй фильтр ставится на место первого, третий – на место второго, а первый, заполненный свежим фильтрующим материалом, устанавливается на место третьего. Таким периодическим перемещением местами фильтров, с сохранением фильтрующего материала третьего фильтра в чистом состоянии, гарантируется высокое качество очистки сточной воды.

Таким образом, основными видами образующихся отходов от локальной установки являются:

- всплывающая пленка из нефтеуловителей (бензиноуловителей);
- отходы (осадки) при механической и биологической очистке сточных вод (осадок очистных сооружений ливневых стоков);
- стружка древесная, загрязненная минеральными маслами (содержание масел – менее 15 %);
- коксовые массы отработанные, загрязненные минеральными маслами (содержания масла – менее 15 %).

Количество образующихся шламов очистных сооружений ливневых стоков и нефтеотделителя, а также количества отработанных фильтровочных и поглотительных отработанных масс локальной очистной установки рассчитано в п. 2.6.1 настоящего раздела.

Характеристика очистных сооружений сточных вод представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика очистных сооружений сточных вод

Наименование очистного сооружения локальная очистная установка, изготовленная на Калужском машиностроительном заводе						
Метод очистки отстаивание, фильтрование						
Перечень и состав загрязняющих веществ, поступающих на очистку						
№ п/п	Наименование загрязняющих веществ (ЗВ)	Концентрация ЗВ, поступающих на очистку	Ед. изм. концентрации	Степень очистки, %	Мощность, $м^3/ч$	Время работы
1	2	3	4	5	6	7
1.	Взвешенные вещества	400	Мг/л	99	3,32	теплый период
2.	Нефтепродукты	10	Мг/л	99,5	3,32	

Перечень образующихся отходов				
№ п/п	Наименование вида отхода	Код отхода по ФККО	Класс опасности	Годовой норматив образования отхода, т/год
1	2	3	4	5
1	Отходы (осадки) при механической и биологической очистке сточных вод (осадок очистных сооружений ливневых стоков)	94300000 00 00 0	4	1,35
2	Всплывающая пленка из нефтеуловителей (бензиноуловителей)	54600200 06 03 3	3	0,011
3	Стружка древесная, загрязненная минеральными маслами (содержание масел – менее 15 %)	1713020201034	4	1,81
4	Коксовые массы отработанные, загрязненные минеральными маслами (содержания масла – менее 15 %)	3148030201034	4	1,81

Класс опасности отхода принят в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов (ФККО).

Всплывающая пленка из нефтеуловителей (бензиноуловителей) относиться к III классу опасности – умеренно опасные.

Отходы коксовых массы отработанные, загрязненные минеральными маслами (содержания масла – менее 15 %) и стружка древесная, загрязнен-

ная минеральными маслами (содержание масел – менее 15 %) к IV классу опасности – малоопасные.

Для отходов, не вошедших в ФККО (осадок очистных сооружений ливневых стоков), класс опасности определен расчетным методом (приложение) в соответствии с «Критериями отнесения опасных отходов классу опасности для окружающей природной среды», утвержденными приказами МПР РФ от 15.06.2001 г. № 511.

На основе выше изложенного и принятых технологических решений по очистке поверхностных сточных вод и технологии производства следует, что

1. Основными вида образования отходов производства являются:

- всплывающая пленка из нефтеуловителей (бензиноуловителей);
- отходы (осадки) при механической и биологической очистке сточных вод (осадок очистных сооружений ливневых стоков);
- стружка древесная, загрязненная минеральными маслами (содержание масел – менее 15 %);
- коксовые массы отработанные, загрязненные минеральными маслами (содержания масла – менее 15 %).

2. Обезвреживание и повторное использование выше перечисленных отходов на территории предприятия не предполагается;

3. Годовой норматив образования всплывающей пленки из нефтеуловителей составляет 0,011 т/год. Сбор осуществляется в герметическую емкость с последующей передачей на утилизацию в ООО «XXXXXXX», действующий на основании лицензии № ОТ-XX-XXXX от 25.03.2010 г. согласно договора № X от XX.XX.XXXX г. (приложение X).

4. Годовой норматив образования отхода (осадки) при механической и биологической очистке сточных вод (осадок ОС ливневых стоков) составляет 1,35 т/год. Удаление осадка ОС ливневых стоков из локальных очистных установок осуществляется раз в полгода. Вывоз образовавшихся отходов осуществляется ассенизаторской машиной на полигон ТБО ООО «XXXXXX», действующий на основании лицензии № ОТ-XX-XXXXXX от XX.XX.XXXX г. согласно договора № XX от XX.XX.XXXX г. (приложение X).

5. Годовой норматив образования стружки древесной, загрязненной минеральными маслами (содержание масел – менее 15 %) составляет 1,81 т/год. Сбор осуществляется в герметическую емкость, с последующей передачей на утилизацию в ООО «Экологический региональный центр», действующий на основании лицензии № ОТ-XX-XXXXX от 25.03.2010 г. согласно договора № XX от XX.XX.XXXX г. (приложение X).

6. Годовой норматив образования коксовых масс отработанных, загрязненных минеральными маслами (содержания масла – менее 15 %) составляет 1,81 т/год. Сбор осуществляется в мешки из горючего

материала весом не более 20 килограмм с последующей передачей на утилизацию в ООО «XXXXXXX» действующий на основании лицензии № ОТ-XX-XXXXXX от XX.XX.XXXX г. согласно договора № XX от XX.XX.XXXX г. (приложение X).

УДК 504.064(479.25)

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА КАК ИНДИКАТОР ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОНОМИКЕ АРМЕНИИ

ПЕТРОСЯН Р.А.

Государственный экономический университет Армении
г. Ереван

Современные тенденции макроэкономического развития еще более обострили проблему сохранения качества окружающей среды и устойчивости ее природно-ресурсного потенциала [1]. Одной из основных причин этого является несоответствие экономических и экологических приоритетов развития и нарушение принципа комплементарности в системе **“экономическая выгода – экологическая выгода”.** Дисбаланс эколого-экономических интересов в этой системе свидетельствует в большей мере о природоемкой и природоразрушающей, нежели ресурсосберегающей / ресурсовозобновляющей тенденции развития экономики.

Анализ и экспертная оценка эколого-экономической ситуации, сложившейся в Армении за последние два десятилетия свидетельствуют о том, что республика продолжает развиваться в рамках техногенной модели [2]. В результате ни ускоренный экономический рост, продолжающийся до начала мирового финансово-экономического кризиса, ни посткризисный период “реабилитации” не смогли обеспечить ожидаемый эффект природоохранных действий. В сложившейся ситуации особенно наглядно проявилась **недостаточная научная обоснованность выбора экологических приоритетов экономической политики.**

Экономические реформы, осуществляемые в новых независимых государствах, в т.ч. в Армении, в значительной степени предопределили направленность политических инициатив в сфере охраны окружающей среды и природопользования [3]. Они особенно актуальны по комплексу вопросов государственной экологической экспертизы, ориентированной на предупреждение возникновения неприемлимых для общества экологических, экономических и социальных последствий. В современном восприятии экологическая экспертиза может быть квалифицирована как инструмент превентивного контроля, направленного на поддержание жизнеобеспечи-

вающего качества окружающей среды. В свою очередь, эффективность любой экспертной системы, в т.ч. системы государственной экологической экспертизы, во многом зависит от методологии оценки воздействия на окружающую среду и правовых гарантий участия общественности в принятии решений, реализация которых не несет за собой угрозы экологической опасности.

ОВОС и экологическая экспертиза проектов и программ видов деятельности в новом содержании в Армении проводится с конца 1995 г., т.е. с момента принятия закона РА "Об экспертизе воздействия на окружающую среду". Ответственный орган – государственная некоммерческая организация "Природоохранная экспертиза", функционирующая в системе Министерства охраны природы РА. Следом, в 1996 г., Национальное Собрание РА ратифицировало конвенцию ЕЭК ООН "Оценка воздействия на окружающую среду в трансграничном контексте" (Эспоо конвенция). Экспертизе подвергались преимущественно проекты и программы производственной сферы и сферы обслуживания, строительства, предпринимательской деятельности, концепции и проекты других сфер деятельности. Динамика экоэкспертизы проектов представлена на рисунок 1.

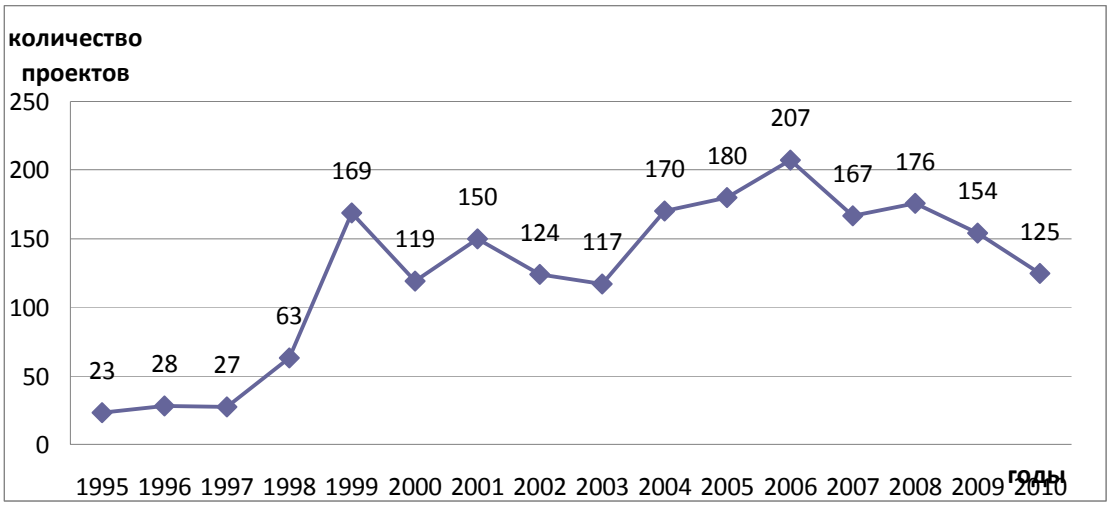


Рисунок 1 – Динамика экоэкспертизы проектов видов деятельности и концепций в РА за период 1995-2010 г.г.

Из графика следует, что на фоне роста количества проектов, начиная с 1997 г. наибольшее их число зафиксировано в 1999 г. (169 проектов) и 2006 г. (207 проектов). По данным исследований в период 1995-2006 г.г., точнее с момента действия закона РА "Об экспертизе воздействия на окружающую среду", наблюдается "адаптация" видов деятельности к налоговым ограничениям, которая в последующем по-разному отразилась на их экономической целесообразности по показателям прибыльности. В частности, в предпринимательской деятельности, начиная с 2001 г., они привели к резкому падению числа экспертируемых проектов (таблица 1).

Таблица 1 – Динамика экоэкспертизы проектов по видам деятельности*

Год / Проект	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010

Бензозаправочные станции	29	28	13	0	0	0	0	0	0	1	0
Газозаправочные станции	0	0	4	11	13	22	21	8	25	22	6
Бизнес	40	19	8	7	4	3	3	1	1	0	0
Недропользование	31	34	43	38	65	66	72	47	57	34	38
Отдых /рекреация	21	14	8	-	-	-	-	-	-	11	10
Строительство	3	30	22	-	-	-	-	-	-	40	32

*приведено общее количество проектов (получивших положительное решение+ отклоненных и направленных на доработку)

Данные таблицы свидетельствуют, что в сфере обслуживания произошла конверсия от бензозаправочных к газозаправочным станциям, которая зачастую не соответствовала экологическим требованиям. **Активация деятельности наиболее типична для сфер недропользования, строительной индустрии и создания зон отдыха / рекреации**. Согласно статистике финансовых бюджетных поступлений именно платежи недропользования составляют свыше 90 % общих платежей природопользования и эта тенденция сохраняется. Динамика экоэкспертизы проектов недропользования и соответствующих платежей представлена на рисунке 2.

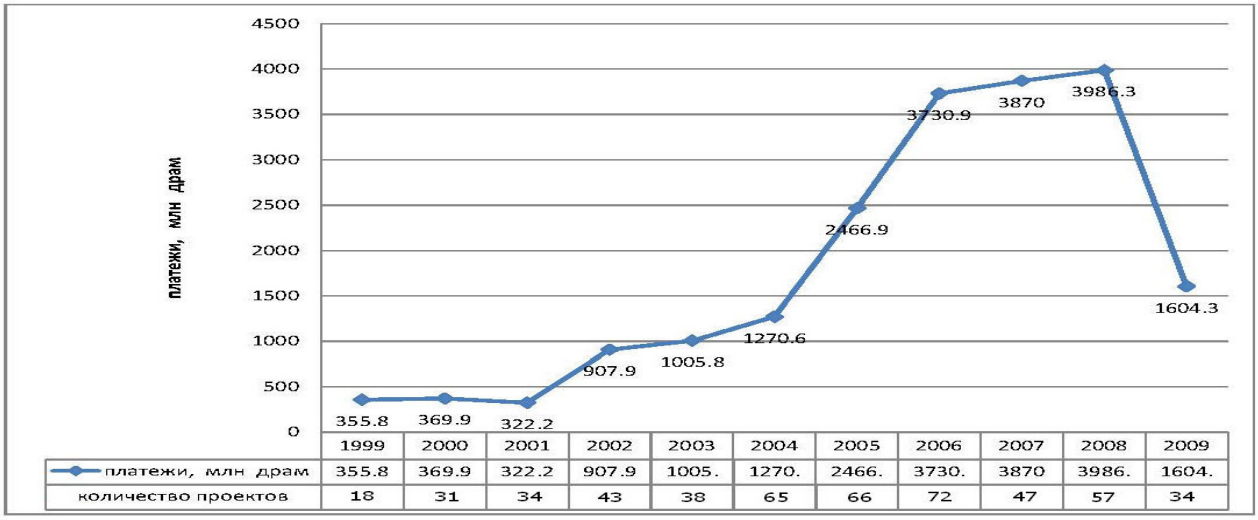


Рисунок 2 – Динамика экоэкспертизы проектов недропользования и соответствующих платежей.

Ход кривой показывает, что с 2002 г. наблюдается рост числа проектов недропользования, достигший максимума в 2008-ом году. Адекватно возрастают и природопользовательские платежи, которые как в этой, так и в других секторах экономики практически всегда превалируют над природоохранными.

В этом контексте определенный интерес представляют обобщенные данные по динамике природоохранных и природопользовательских платежей и их доле в доходах и природоохранных расходах бюджета Армении в период 2000-2010 г.г. Выбор в качестве “индикаторного” именно этого периода обусловлен тем, что он охватывает комплекс факторов, по-разному влияющих на устойчивость экономического развития и бюджетных поступлений республики (ускоренный экономический рост, наращивание объемов использования природно-ресурсного потенциала, ухудшение экологи-

ческого здоровья окружающей среды и воздействие мирового экономико-финансового кризиса) – таблица 2.

Из таблицы следует, что ускоренный экономический рост (2000-2008 г.г.) приводит к росту ВВП, продолжающемуся до начала мирового экономического кризиса. При этом природопользовательские и природоохранные платежи в 2009 г. в сумме составляют 0,193 % от ВВП, а государственные природоохранные расходы – всего лишь 0,09 %. Характерно, что разница в природоохранных расходах в 2008 и 2009 годах весьма незначительна и свидетельствует в большей степени о природопотребительской структуре экономики, не приводя к повышению экологического благосостояния. Представляется, что спад показателей обусловлен финансово-экономическим кризисом и перманентной "вынужденной депрессией" в различных отраслях экономики, особенно **в горнодобывающей и перерабатывающей промышленности**.

Библиографический список

1. Ляпина А. Тенденции макроэкономического развития на основе экологических данных // ж. Экономика природопользования. М. – N1. – 2000. – С 11-29
2. Доклад министра. 2003-2005 гг. – Ереван. – 2006. – С. 7-19
3. Управление природоохранной деятельностью в странах ВЕКЦА. – ОЭСР. – 2005. – С. 12-23
4. Состояние окружающей среды в Армении в 2002 г. – Ереван. – 2003. – С. 54-63
5. Доклад министра. 2007-2011 гг. – Ереван. – 2012. – с. 10-20
6. Шевчук А. О совершенствовании организации государственной экологической экспертизы // Экологическая экспертиза. N 3. М. – 2002. – С. 2-9
7. Воробьев А., Каргинов К., Ананикян С., Одинцова Е. Оценка воздействия на окружающую среду предприятий горной промышленности // Экологическая экспертиза. N 3. М. – 2а 002. – С. 96-104

ИССЛЕДОВАНИЯ ОТХОДОВ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

УДК 662.74:628.4.038

КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЖИДКИХ ОТХОДОВ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Журавлева Н.В., Коршиков А.С., Морозов А.С.

ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр»
г. Новокузнецк

ООО «Экомаш»
г. Новокузнецк

Современный этап развития промышленного производства характеризуется большими объемами промышленных отходов, которые попадают в окружающую среду, способствуя ее загрязнению. Контроль промышленных отходов как наиболее токсичных, часто устойчивых к разложению и опасных для человека и среды его обитания является особенно актуальным. Исследования токсичности промышленных отходов связаны с осуществлением нормирования и лицензирования, а также совершенствования системы обращения с отходами, разработкой схем управления качеством окружающей среды на территориях складирования, формированием рынка вторичных ресурсов и вовлечением их в оборот в качестве сырья.

Основными задачами исследования отходов являются:

- максимальная идентификация качественного и количественного состава отходов;
- выделение приоритетных компонентов отходов, определяющих его токсичность;
- ориентировочное прогнозирование возможности и наиболее вероятных путей негативного воздействия отходов на окружающую среду и человека;
- расчет (определение) ориентировочного класса опасности отходов.

Одной из важных экологических проблем коксохимического производства (КХП) является рациональное управление отходами с целью минимизации воздействия на окружающую среду. Сегодня на большинстве предприятий отрасти утилизация жидких отходов КХП осуществляется путем присадки их к угольной шихте при соответствующей подготовке [1-3]. Однако на отдельных предприятиях ранее существовала практика складирования жидких отходов в так называемые накопители. Аналогичным

образом решался вопрос и на Кузнецком металлургическом комбинате (КМК).

Накопитель жидких отходов коксохимического производства КМК (так называемое «смоляное озеро») представляет собой естественную природную лощину длиной 160 м, шириной 65 м и глубиной 30-35 м, заполненную полужидкими отходами коксохимического производства. Объем этих отходов около полумиллиона тонн. Основная масса складированного материала состоит из смеси масел, смол, фусов и полимеров бензольного отделения. Продукт «смоляного озера» неоднороден по всему объему накопителя. В настоящее время накопитель передан в собственность предприятию ООО «Экомаш», которое планирует перерабатывать отходы в шпалопропиточное масло.

Жидкие отходы КХП являются сложными многокомпонентными системами. Ранее нами [4] было показано, что отходы содержат значительное количество бенз(а)пирена и других полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Эмиссия токсичных соединений в окружающую среду приводит к загрязнению атмосферного воздуха, поверхностных и грунтовых вод, почв на территориях, прилегающих к накопителю. Кроме того, при разработке технологий переработки отходов актуальной является задача объективной оценки токсичности отходов, правильного расчета класса опасности.

Целью данной работы является изучение состава отходов, расчет класса опасности и оценка токсичности отходов методом биотестирования.

В ОАО «ЗСИЦентр» разработана комплексная программа оценки токсичности многокомпонентных отходов, которая включает в себя использование большой группы инструментальных методов анализа [5].

В данной работе для оценки токсичности жидких отходов КХП использовали химические, физико-химические и биологические методы исследования: гравиметрию, титриметрию, фотоколориметрию, атомно-эмиссионную спектроскопию с индуктивно-связанной плазмой, атомно-эмиссионную спектроскопию с испарением пробы из канала угольного электрода, высокоэффективную жидкостную хроматографию, газовую хроматографию с масс-спектрометрическим детектированием, биотестирование с использованием двух тест-объектов. Расчет класса опасности проводили в соответствии с утвержденными нормативными документами [6, 7].

Для исследования была выбрана усредненная проба, составленная из образцов, отобранных из 5 точек накопителя жидких отходов КХП КМК.

Предварительно в пробах было выполнено полуколичественное спектральное определение 35 элементов методом испарения из канала угольного электрода. В качестве источника возбуждения использовалась электрическая дуга между угольными электродами. Разложение излучения источника света в спектр производилось с помощью спектрографа «PGS-2» («Карл Цейсс ЙЕНА», Германия), оснащенного плоской дифракцион-

ной решеткой с 651 штрих/мм. Спектр возбуждали в дуге переменного тока силой от 10 до 25 а, время экспозиции 2 мин. Обрабатывали спектры с помощью многоканального анализатора атомно-эмиссионных спектров МАЭС (ООО «ВМК-Оптоэлектроника», г. Новосибирск), предназначенного для измерения интенсивностей спектральных линий и последующего вычисления концентраций анализируемых веществ. Математическая обработка результатов измерения интенсивностей спектральных линий осуществлялась с помощью программного обеспечения «АТОМ 3.1».

Результаты полуколичественного спектрального анализа (таблица 1) использованы для выбора перечня элементов, подлежащих количественному определению. Результаты количественного химического анализа представлены в таблице 2.

Таблица 1 – Результаты спектрального полуколичественного анализа пробы отхода из накопителя жидких отходов КХП КМК.

Наименование показателя	Символ элемента	Результаты анализа, % с пересчётом на зольность
Барий	Ba	<0,0003
Бериллий	Be	<0,000003
Висмут	Bi	<0,000006
Ванадий	V	0,00009
Вольфрам	W	<0,00003
Галлий	Ga	0,000003
Германий	Ge	<0,000006
Кадмий	Cd	<0,00003
Кобальт	Co	<0,000003
Литий	Li	<0,00003
Марганец	Mn	0,0009
Медь	Cu	0,00015
Молибден	Mo	0,000006
Мышьяк	As	<0,0003
Никель	Ni	0,00009
Олово	Sn	0,00001
Свинец	Pb	0,00015
Серебро	Ag	0,000007
Сурьма	Sb	<0,00006
Титан	Ti	0,0009
Фосфор	P	<0,003
Хром	Cr	0,00015
Цинк	Zn	0,0009
Цирконий	Zr	0,00003
Алюминий	Al	0,009
Кальций	Ca	0,009
Кремний	Si	0,015
Магний	Mg	0,006
Калий	K	<0,009
Железо	Fe	0,021

Таблица 2 – Результаты полного химического анализа пробы отходов из накопителя жидких отходов КХП КМК.

Наименование показателя	Метод испытания и номер НД	Результаты испытания	
ВАЛОВЫЕ СОДЕРЖАНИЯ		%	мг/кг
Влага	ПНДФ 16.1:2.2:2.3:3.58-08	17,000	
Кадмий	ПНДФ 16.1:2.3:3.11-98		<0,05
Свинец	“-”	0,000364	3,64
Хром	“-”	0,001269	12,69
Ванадий	“-”	0,000027	0,27
Марганец	“-”	0,002108	21,08
Мышьяк	“-”	0,000364	3,64
Сурьма	“-”	0,000045	0,45
Кобальт	“-”	0,000028	0,28
Медь	“-”	0,000339	3,39
Никель	“-”	0,000661	6,61
Цинк	“-”	0,004682	46,82
Молибден	“-”		<0,1
Углерод	ГОСТ 2408.1-95	1,440	
Водород	“-”	0,080	
Нефтепродукты	ПНДФ 16.1.41-04	76,106	761063,00
Ртуть	ГОСТ Р 51768-2001	0,004587	45,870
Нитраты	ГОСТ 26951	0,06988	698,800
Цианиды	ПНДФ 16.1:2:2.2.3:3.70-09	0,002100	21,000
Фенолы	ПНДФ 16.1:2.3:3.44-05	0,005562	55,62
Бенз[а]пирен	ПНДФ 16.1:2:2.2.3:3.62-09	0,04807	480,66
Нафталин	ПНДФ 16.1:2:2.2.3:3.62-09	4,97370	49737,00
Формальдегид	ПНДФ 16.2:2.3:3.45-05		<0,025
Диоксид кремния	НСАМ 138-Х	0,032	
Оксид алюминия	“-”	0,017	
Триоксид железа	“-”	0,030	
Диоксид титана	“-”	0,010	
Оксид кальция	“-”	0,010	
Оксид магния	“-”	0,010	
Оксид фосфора (V)	“-”	0,010	
Оксид калия	НСАМ 44-ХС	0,010	
Оксид натрия	“-”	0,010	
Сера	ГОСТ 8606-93	0,120	1200,0
Фтор водораство-римый	ПНД Ф 16.1.54-08	0,000900	9,00

В данном виде отхода обнаружена высокая концентрация ртути, которая превышает валовое значение ПДК для почв (2,1 мг/кг) в 21,8 раза.

В настоящей работе измерения концентраций ПАУ выполняли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с регистрацией поглощения света с помощью фотодиодной матрицы и флуоресцентным детектированием. Использовали хроматографическое оборудование фирмы («Varian», США): градиентный насос высокого давления серии 9012; автосамплер 9300; детектор на диодной матрице – POLYCHROM 9065; флуоресцентный детектор 9075. Разделение исследуемых смесей веществ осуществляли на хроматографической колонке ChromSpher PAH (4,6x250 mm) («Varian», США), специально разработанной для эффективного анализа ПАУ. Хроматографирование проводили в градиентном режиме: ацетонитрил – вода (от 70:30 до 100:0 за 10 мин, 100 % ацетонитрил – 15 мин). Расход растворителя – 1 $см^3$/мин.

Определение проводили с использованием следующих стандартных веществ ПАУ: нафталин, аценафтен, аценафтилен, антрацен, бенз(а)антрацен, бенз(а)пирен, бенз(в)флуорантен, бенз(к)флуорантен, бенз(g,h,i)перилен, дибенз(a,h)антрацен, индено(1,2,3-cd)пирен, пирен, флуорен, фенантрен, флуорантен, хризен (фирма «Supelco», США). В этот список включены канцерогенные ПАУ (бенз(а)пирен, бенз(в)флуорантен, бенз(g,h,i)перилен, индено(1,2,3-cd)пирен), неканцерогенные, но токсичные (флуорантен, бенз(к)флуорантен), остальные соединения отражают степень антропогенной загрязненности ПАУ природных объектов.

Идентификацию ПАУ проводили путем библиотечного поиска по физико-химическим характеристикам индивидуальных соединений с помощью программного средства «PolyView». Библиотека содержит спектральные параметры, абсолютные времена удерживания 16 приоритетных ПАУ. Все ПАУ имеют характерные УФ-спектры, по которым с вероятностью более 95 % идентифицировались соединения. Одновременное использование двух детекторов при анализе проб неизвестного состава исключает ошибки идентификации веществ. Обработку результатов измерений концентраций ПАУ выполняли с помощью программного средства «STAR chromatography workstation».

Извлечение ПАУ из отходов КХП проводили методом жидкостной экстракции в ультразвуковом поле. В качестве экстрагента использовали гексан.

Типичные результаты распределения индивидуальных ПАУ в образце отходов, отобранных из накопителя жидких отходов КХП, представлены в таблице 3. В исследованном образце присутствуют 16 приоритетных ПАУ, наибольшие значения получены для нафталина, флуорена, антрацена, фенантрена, флуорантена, пирена. Эти углеводороды являются превалирующими компонентами выбросов систем, связанных с пиролизом органического вещества [6]. В целом на долю трициклических (антрацена, аценафтена, аценафтилена, фенантрена, флуорена) и тетрациклических (пирена,

флуорантена, бенз(а)антрацена, хризена) углеводородов приходится 98,56 % от общей суммы ПАУ. Высококонденсированные ПАУ (бенз(а)пирен, дибенз(a,h)антрацен, бенз(k)флуорантен, бенз(в)флуорантен, бенз(g,h,i)перилен, индено(1,2,3-cd)пирен), обладающие наибольшей канцерогенной активностью, содержатся в пробе на уровне 1,44 %. Кратность превышения по нормируемому в России содержанию бенз(а)пирена в почвах (0,02 мг/кг) составляет от 24033 раз.

Таким образом, накопитель жидких отходов КХП Кузнецкого металлургического комбината является источником эмиссии в окружающую среду широкого перечня полициклических ароматических углеводородов, в том числе и наиболее канцерогенного бен(а)пирена и мониторинг данной группы экотоксикантов в объектах окружающей среды на прилегающих территориях является обязательным.

Таблица 3 – Содержание ПАУ в накопителе жидких отходов коксохимического производства Кузнецкого металлургического комбината

Наименование показателя	Результаты испытания, мг/кг
Нафталин	49737,7
Аценафтилен	0,020
Флуорен	49786,9
Аценафтен	6627,9
Фенантрен	18344,3
Антрацен	5680,3
Флуорантен	3266,8
Пирен	2214,6
Бенз(а)антрацен	861,89
Хризен	659,43
Бенз(а)пирен	480,66
Дибенз(a,h)антрацен	142,62
Бенз(k)флуорантен	530,33
Бенз(в)флуорантен	391,86
Бенз(g,h,i)перилен	136,89
Индено(1,2,3-cd)пирен	318,00
Суммарное содержание ПАУ	139180,20

Расчет класса опасности жидких отходов КХП выполнялся с помощью программного обеспечения «Расчет класса опасности отходов», разработанного фирмой «Интеграл» (г. Санкт-Петербург) в соответствии с 6]. Результаты расчета приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Расчет класса опасности отхода, отобранного из накопителя жидких отходов коксохимического производства Кузнецкого металлургического комбината

N	Названиекомпонента	Ci [мг/кг]	Wi [мг/кг]	Ki
1.	Кадмий	0,050	215,44300	0,00023
2.	Марганец	21,080	5878,01600	0,00359
3.	Медь	3,390	1930,69800	0,00176
4.	Мышьяк	3,640	803,08600	0,00453
5.	Формальдегид	0,025	376,49400	0,00007
6.	Нафталин	49737,000	517,90000	96,03591
7.	Никель	6,610	1550,51600	0,00426
8.	Бенз(а)пирен	480,660	59,97000	8,01501
9.	Ртуть	45,870	17,01300	2,69617
10.	Свинец	3,640	701,70400	0,00519
11.	Вода	170000,105	1000000,00000	0,17000
12.	Фенол	55,620	215,44000	0,25817
13.	Диоксидкремния	320,000	1000000,00000	0,00032
14.	Оксидалюминия	170,000	1000000,00000	0,00017
15.	Диоксидтитана	100,000	1000000,00000	0,00010
16.	Оксидкальция	100,000	1000000,00000	0,00010
17.	Оксидмагния	100,000	1000000,00000	0,00010
18.	Оксидкалия	100,000	1000000,00000	0,00010
19.	Оксиднатрия	100,000	1000000,00000	0,00010
20.	Оксидфосфора(V)	100,000	1000000,00000	0,00010
21.	Хром	12,690	2894,26600	0,00438
22.	Кобальт	0,280	1000,00000	0,00028
23.	Нефтепродукты	761063,000	1000,00000	761,06300
24.	Углерод	14400,000	1000000,00000	0,01440
25.	Водород	800,000	1000000,00000	0,00080
26.	Цианиды	21,000	215,44300	0,09747
27.	Триоксиджелеза	300,000	1000000,00000	0,00030
28.	Цинк	46,820	3727,59400	0,01256
29.	Ванадий	0,270	2404,09900	0,00011
30.	Сурьма	0,450	774,26400	0,00058
31.	Сера	1200,000	8576,95900	0,13991
32.	Фтор	9,000	464,15900	0,01939
33.	Нитраты	698,800	13111,33900	0,05330
	ИТОГО:	1000000,000		868,60247

В данной таблице приведены следующие параметры: Ci – концентрация i-го компонента в отходе, Wi – коэффициент степени опасности i-го

компонента опасного отхода для ОПС, Ki = Ci/Wi – показатель степени опасности i-го компонента опасного отхода для ОПС. В соответствии с нормативными документами данный вид отхода соответствует третьему классу опасности, может быть отнесен к группе «прочие отходы нефтепродуктов, продуктов переработки нефти, угля, газа, горючих сланцев, торфа» (смесь смол и масел коксохимического производства), код отхода: 549 000 00 00 00 0.

В последнее время большое внимание уделяется исследованиям биологического действия различных загрязнителей. Одним из достоинств методов биотестирования является определение общей токсичности, обусловленной присутствием экотоксикантов, которые не нормируются существующими стандартами, однако обладают способностью вызывать разнообразные токсические, цитотоксические, генотоксические или мутагенные эффекты.

Результаты оценки токсичности отходов методом биотестирования приведены в таблице 5. При исследовании пробы методом биотестирования на 2-х тест-объектах установлено, что тестируемая проба оказывает острое токсическое действие на водоросли и дафнии. Безвредная (не вызывающая эффекта острой токсичности) кратность разбавления водной вытяжки отхода, вызывающая гибель не более 10 % дафний ($БКР_{10-96}$) равна 950. Об угнетении водорослей в опыте по сравнению с контролем судили по снижению численности клеток водорослей через 76 часов от начала биотестирования. Безвредная кратность разбавления водной вытяжки, вызывающая не более чем 20 процентное снижение численности клеток водорослей за 72 часовую экспозицию ($БКР_{20-72}$) равна 950. С учетом полученных значений кратности разведения, рекомендуемый класс опасности отхода третий (III) – опасный.

Таким образом, нами показано, что расчетное значение класса опасности, определенное по компонентному составу жидких отходов из накопителя соответствует 3 классу опасности, что также подтверждается результатами оценки токсического действия на водоросли и дафнии. Результаты, полученные нами, согласуются с данными токсикологических исследований, выполненных в работе [8], в которой с целью токсикологической оценки отходов коксохимического производства (фусов и полимеров) изучены: токсичность и характер действия веществ при однократном воздействии на организм (среднесмертельные дозы $ЛД_{50}$), при внутрижелудочном введении крысам и внутрибрюшном – мышам, кумулятивная способность веществ при повторном воздействии на организм, пороги однократного острого и раздражающего действия, местное раздражающее и кожнорезорбтивное аллергенное действие. На основании токсикологических исследований автором [8] установлено, что полимеры бензольного отделения и каменноугольные фусы относятся к веществам 3 класса опасности.

Таблица 5 – Результаты биотестирования пробы жидкого отхода КХП, отобранного из накопителя КМК

Тест-объект	Период наблюдения	Результаты биотестирования	Кратность разведения водной вытяжки, при которой вредное воздействие на тест-объект отсутствует	Оценка тестируемой пробы
Ракообразные Daphnia magna Straus [10]	96 часов	Смертность дафний в 100 % растворе равна 100 % $БКР_{10-96}$=950	950	оказывает острое токсическое действие
Водоросли Scenedesmus quadricauda [11]	72 часа	Снижение численности водорослей в 100 % растворе равно 100 % $БКР_{20-72}$=950	950	оказывает острое токсическое действие

Выводы

Изучено распределение ПАУ в образцах жидких и твердых отходов КХП. Показано, что в пробах содержатся все 16 приоритетных ПАУ. Высококонденсированные ПАУ (бенз(а)пирен, дибенз(a,h)антрацен, бенз(k)флуорантен, бенз(в)флуорантен, бенз(g,h,i)перилен, индено(1,2,3-cd)пирен), обладающие наибольшей канцерогенной активностью, содержатся в пробе на уровне 1,44 %. Кратность превышения по нормируемому в России содержанию бенз(а)пирена в почвах (0,02 мг/кг) составляет от 7605 до 57980 раз.

Изучен элементный состав отходов КХП. Показано, что отходы содержат высокие концентрации ртути.

Произведен расчет класса опасности отходов. Показано, что данный вид отходов относится к третьему классу – опасные. Расчет подтвержден методом биотестирования с использованием двух тест-объектов.

На основании полученных данных может быть составлена программа мониторинга объектов окружающей среды на границе накопителя жидких отходов КХП КМК.

Библиографический список

1. Кулькова Т.Н., Яблочкин Н.В., Карякина Е.А. и др. Об утилизации смолусодержащих отходов коксохимического производства ОАО «Новокузнецкий металлургический комбинат» // Кокс и химия. 2007. № 2. С. 39-41.
2. Гребенникова С.С., Крутько И.Г. Обезвреживание накопителя жидких отходов коксохимического производства // Кокс и химия . 1996. № 4. С. 40-42.
3. Гуляев В.М., Мельничук А.Ю, Маховский В.А., Бондаренко А.К. Использование смолусодержащих отходов коксохимического производства в угольной шихте для коксования // Кокс и химия. 1996. № 10. С.6-8.

4. Журавлева Н.В. Полициклические ароматические углеводороды в отходах коксохимического производства // Кокс и химия. 2007. № 6. С. 35-38.
5. Журавлева Н.В., Воропаева Т.Н., Иваныкина О.В. Комплексная оценка токсичности промышленных отходов предприятий Кемеровской области. // Вестник КузГТУ. 2006. № 6.2. С. 86-89.
6. Приказ № 511 «Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды» МПР России от 15 июня 2001 г., Москва, 2001 г.
7. СП 2.1.7.1386-03. Определение класса опасности токсичных отходов производства и потребления.
8. Салтанов А.В. Разработка направлений утилизации и квалифицированного использования отходов коксохимического производства. Диссертация на соискание ученой степени доктора технических наук. Новокузнецк, 2001, 329 с.
9. ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. Москва, 2006.
10. ФР.1.39.2007.03222. Методика определения токсичности воды и водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по смертности и изменению плодовитости дафний. Москва, «АКВАРОС», 2001, 44 с.
11. ФР.1.39.2007.03223. Методика определения токсичности вод, водных вытяжек из почв, осадков сточных вод, отходов по изменению уровня флуоресценции хлорофилла и численности клеток водорослей. Москва, «АКВАРОС», 2001, 48 с.

УДК 658.567.1:669.18

СТАЛЕПЛАВИЛЬНАЯ ПЫЛЬ КАК ДИСПЕРСНАЯ СИСТЕМА

Симонян Л.М., Хилько А.А.

НИТУ «МИСИС»
г. Москва

Металлургическая пыль, образующаяся при производстве стали, является с одной стороны ультрадисперсной, с другой – полидисперсной системой. Количество образующейся пыли на 1 тонну выплавляемой стали может достигать 30 кг, запыленность отходящих газов – 30 г/м^3. В последнее время механизму формирования металлургических дисперсных систем – аэрозолей, и их поведению в окружающей среде стало уделяться пристальное внимание [1-3]. Для предотвращения попадания пыли в окружающую среду возникает проблема её улавливания, а также дальнейшего её хранения и использования (утилизации).

В решении проблемы пылеобразования в сталеплавильном производстве наметились три основных направления:

1 – подавление образования пыли;

2 – управление процессом формирования частиц пыли технологическими приемами;

3 – использование (утилизация) уловленной пыли.

Все эти три направления актуальны, поскольку, с одной стороны, в пыли содержатся токсичные вещества, наносящие существенный ущерб окружающей среде и здоровью человека, с другой стороны – пыль, кроме того, что содержит ценные компоненты, которые можно извлечь, является мелкодисперсной системой, обладающей уникальными свойствами и может быть использована в различных технических приложениях самостоятельно.

Металлургические аэрозоли представляют собой дисперсные системы с газообразной средой переменного состава (CO, CO_2, O_2, N_2 и др.) и твердой или жидкой дисперсной фазой, представляющей собой частицы (капли) металла, шлака и других компонентов, входящих в состав шихты. Непосредственно в высокотемпературных зонах присутствует жидкая дисперсная фаза, но в зонах, где температура газов ниже температуры плавления частиц пыли, будут присутствовать только твердые частицы. Уловленная пыль состоит из мелкодисперсных твердых частиц.

Обычно классификация аэрозолей проводится на основе их разделения по способам происхождения, характерным размерам частиц, морфологическому и химическому составу [4].

По способам происхождения различают дисперсионные и конденсационные аэрозоли. Дисперсионные образуются при диспергировании (измельчении, распылении) твердых и жидких тел и при переходе порошкообразных тел во взвешенное состояние под действием воздушных потоков, а конденсационные аэрозоли, образуются при объемной конденсации пересыщенных паров и в результате газовых реакций, ведущих к образованию нелетучих продуктов, например сажи. Различие между этими двумя классами аэродисперсных систем, помимо их происхождения, заключается в том, что дисперсионные аэрозоли в большинстве случаев значительно грубее, чем конденсационные, обладают большей полидисперсностью и обычно состоят из индивидуальных или слабо агрегированных частиц совершенно неправильной формы («обломков»). В конденсационных же аэрозолях твердые частицы весьма часто представляют собой рыхлые агрегаты из очень большого числа первичных частиц, имеющих правильную кристаллическую или шарообразную форму.

Различие между аэрозолями с жидкой и твердой дисперсной фазой проявляется в том, что в первых частицы имеют правильную шарообразную форму, а при коагуляции сливаются друг с другом и, таким образом, снова дают шарообразную индивидуальную частицу. Твердые же частицы могут обладать самой разнообразной формой, а при коагуляции образуют

более или менее рыхлые агрегаты также самой различной формы, кажущаяся плотность которых может быть во много раз меньше плотности вещества, из которого они состоят.

Чаще встречаются различные типы дисперсных систем: туманы, дымы и пыли (возможны и другие образования) [4, 5].

В металлургии термин «туманы» практически не используется, хотя как таковые они могут образовываться в высокотемпературных зонах в процессе испарения и конденсации компонентов расплава. Туманами называют как конденсационные, так и дисперсионные аэрозоли с жидкими частицами, независимо от их дисперсности. Они состоят из капелек жидкости, образующихся при конденсации пара или распылении жидкости. Сюда также включаются капли с растворенными веществами или содержащимися в них частицами.

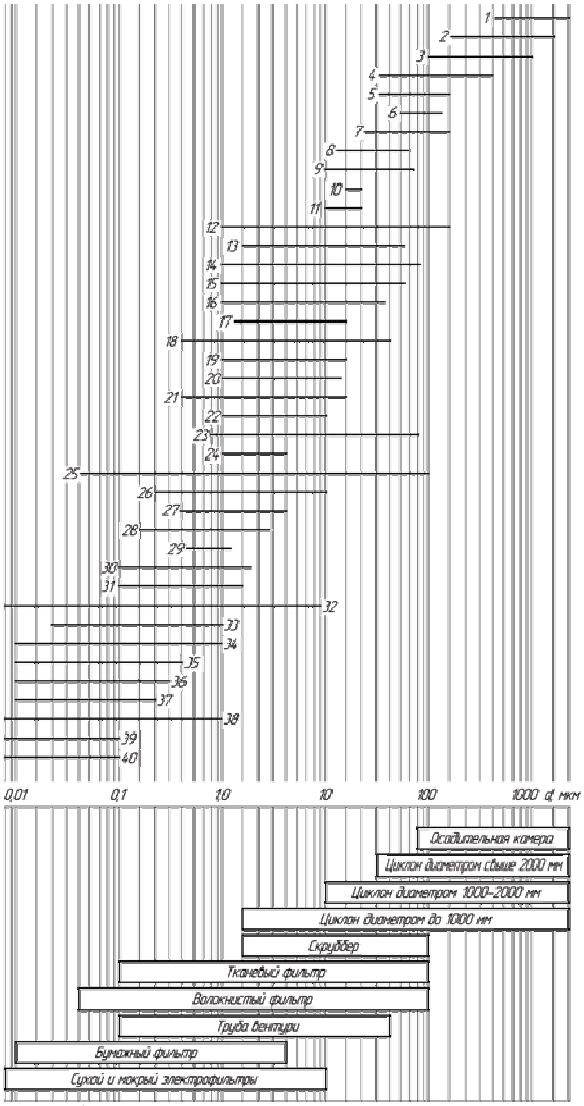
Все высокотемпературные металлургические процессы, связанные с горением, окислением компонентов шихты и т. д. сопровождаются дымообразованием. Размеры дымовых частиц – от субмикронных до 5 мкм. Дымами называют конденсационные аэрозоли с твердой дисперсной фазой. Сюда же относят системы, содержащие и жидкие частицы, важнейшей особенностью которых является постепенное их превращение при охлаждении в кристаллические. Дымы образуются при возгонке летучих веществ, горении, а также в результате химических реакций. Строгое разграничение дымов и конденсационных туманов довольно затруднительно, поэтому иногда (чаще в англоязычной литературе) эти два типа аэрозолей объединяют в один – smoke. Особую опасность представляет смог – «*smog*» (*smoke* – дым + *fog* – туман), который образуется в результате взаимодействия природного тумана с газообразными загрязнителями. Природные туманы и смог обычно состоят из капелек с диаметром от 1 мкм до 10 мкм и более.

Пыли – это дисперсионные аэрозоли с твердыми частицами независимо от их дисперсности, диспергированные в результате механического измельчения твердых тел. Размеры пыли колеблются в широких пределах – от субмикронных (0,01 мкм) до микроскопических (100 мкм).

На практике чаще всего образуются аэрозоли, содержащие частицы как дисперсионного, так и конденсационного происхождения. Металлургическая пыль также не является классической пылью или дымом, так как состоит из смеси конденсационных и дисперсионных аэрозолей, то есть, наряду с частицами, образующимися в результате конденсации паров металлов или их оксидов, она содержат частицы диспергированных, сыпучих материалов, то есть является смесью дыма и пыли.

Аэрозоли, образующиеся непосредственно в ДСП, согласно вышеприведенной классификации, относятся к дымовым выбросам; их часто называют взвешенными, или твердыми частицами. Но поскольку они смешиваются с неорганизованными выбросами, в которых превалирует пыль сыпучих материалов, уловленные частицы также называют пылью.

Встречающиеся на практике ***размеры частиц аэрозолей*** меняются в широких пределах: примерно от 0,008 до 3000 мкм, или от 10^{-7}-10^{-1} см (см. рисунок 1) [6].



1 – дождевые капли; 2 – формовочный песок; 3 – промышленные выбросы: 4 – капли орошающего устройства; 5 – пыль от сжигания бурого угля; 6 – кукурузный крахмал; 7 – флотационные отходы; 8 – цветочная пыльца; 9 – летучая зола сжигания пылевидного угля; 10 — ликоподий; 11 – споры грибов; 12 – пыль от вагранок; 13 – летучая зола каменного угля; 14 – летучая пыль; 15 – пыль в угольных шахтах; 16 – природный туман; 17 – цинковая пыль; 18 – колосниковая пыль; 19 – порошок молока; 20 – бактерии; 21 – продукты возгонки окиси цинка; 22 – туман концентрированной H_2SO_4; 23 – пыль красителей; 24 – туман щелочей; 25 – **металлургическая пыль;** 26 – силикозо-опасная пыль; 27 – туман контактной H_2SO_4; 28 – отходящие газы химических производств; 29 – сажа; 30 – дым аммонийных солей; 31 – смоляной туман; 32 – продукты возгонки от конверторов; 33 – масляный туман; 34 – сажи из специальных масел; 35 – продукты возгонки от мартеновских печей; 36 – дым окиси магния; 37 – дым окиси цинка; 38 – атмосферная пыль; 39 – табачный дым; 40 – вирусы.

Рисунок 1 – Дисперсный состав пыли и области применения пылеулавливающих установок по данным фирмы Бет (d – размер частиц в мкм)

Нижняя граница наблюдаемых размеров частиц аэрозолей составляет $\sim 10^{-7}$ см. Определение размера таких мелких частиц возможно лишь электрометрическими методами. Теоретически возможно образование и более мелких частиц, однако из-за огромной скорости диффузии такие частицы чрезвычайно быстро оседают на более крупных частицах и на стенках, поэтому их трудно обнаружить.

Верхний предел размеров частиц в аэродисперсных системах соответствует радиусу в несколько сот микронов. В системах с неподвижной средой эти частицы оседают так быстро, что с трудом могут быть обнаружены во взвешенном состоянии. Но в сильных восходящих или турбулентных воздушных потоках, например, при пневматическом подъеме сыпучих материалов, во взвешенном состоянии находятся частицы размером в несколько миллиметров.

Как видно на рисунок 1, металлургическая пыль охватывает область от 0,05 до 100 мкм, для ряда оксидов цветных металлов – менее 0,01 мкм.

Классификация аэрозолей по характерным размерам частиц основывается на том, что переход от нижнего предела к верхнему сопровождается не только количественными изменениями физических свойств аэрозолей, но и изменением характера законов, выражающих эти изменения.

Для очень мелких частиц ($r<10^{-6}$ см) сопротивление газообразной среды движению частиц пропорционально скорости и квадрату радиуса частиц. В интервале $10^{-6} – 10^{-4}$ см происходит постепенный переход к закону Стокса; сопротивление остается пропорциональным скорости, а квадратичная зависимость от радиуса сменяется на линейную. При дальнейшем увеличении радиуса снова наступают отклонения от закона Стокса; при не очень малых скоростях пропорциональность сопротивления и скорости нарушается, и при достаточно больших скоростях и размерах частиц сопротивление становится в первом приближении пропорциональным квадрату радиуса и квадрату скорости [4].

Сталеплавильная пыль 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 также колеблется в широких пределах.

Исследование электросталеплавильной пыли

Результаты электронной микроскопии. В работе [3] подробно показаны и описаны электронные фотографии разных фракций пыли из бункера рукавных фильтров системы очистки шахтной ДСП, которые свидетельствуют о том, что пыль представляет собой очень неравномерный по дисперсному составу порошок. Наряду с огромными агломератами, видимыми при небольшом увеличении, видны скопления частиц различных форм и размеров, некоторые из которых составляют собой сплошную массу. При увеличении в 30000 раз отчетливо видно наличие как сферических частиц диаметром от 80 до 300 нм, так и больших кристаллов прямоугольной формы с размерами до микрона и более.

Отдельные частицы обычно характеризуются так называемыми **морфологическими признаками**: размер, плотность, форма, структура, химический состав. По форме различают три вида частиц:

- изометрические (с приблизительно одинаковыми размерами в трех направлениях),
- пластинки (с одним размером, гораздо меньшим, чем два других),
- волокна или цепочки (протяженные в одном направлении).

Форму пластинок обычно имеют частицы пыли сыпучих материалов, цепочечные агрегаты часто образуются при горении. Если твердые аэрозольные частицы имеют неправильную форму, им приписывают некий средний размер, например, по объему или по проекционной площади

Результаты микроскопического анализа отдельной частицы при разном увеличении свидетельствуют о том, что в пыли присутствуют округлые частицы размером 0,5 мм, 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 сферической частицы при большем увеличении представляет собой рыхлую массу, образованную отдельными, в основном округлыми, частицами, при еще большем увеличении отчетливо видны частицы с диаметром менее 1 мкм. В пыли присутствуют также округлые частицы различных размеров: от 175 нм до 2 мкм, слипшиеся в единую массу, крупные образования слоистой структуры, а также игольчатые и пластинчатые образования.

Частицы порошка в образцах пыли, полученных вымыванием верхнего слоя суспензии пыли в воде, имеют неправильную форму, свойственную обломкам твердых тел, что характерно для сыпучих материалов. В нем присутствуют также мелкие частицы округлой формы. Некоторые образования имеют очень интересную кристаллическую структуру. Можно предположить, что мелкие округлые частицы представляют собой мелкодисперсную фракцию сталеплавильной пыли, которые увлеклись легкой фракцией в процессе вымывания при их разделении. Природа кристаллической структуры легкой фракции пока не выяснена.

Химический и минералогический состав пыли. Химический состав частиц может быть самым разнообразным и определяется как исходными материалами, так и способами образования этих частиц. От химического состава зависит дисперсность, способность к коагуляции, к смачиванию, магнетизм, электрическое сопротивление и другие свойства пыли **[**8**].**

В металлургии, особенно в сталеплавильном производстве, часто приходится иметь дело с композитными частицами, составленными из нескольких химических веществ. Электросталеплавильная пыль, как правило, формируется в окислительных условиях, поэтому содержит оксиды компонентов, входящих в состав шихты.

Методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (температура проведения анализа – 10 000 °С) опреде-

лен элементный состав электросталеплавильной пыли:

Элемент	Содержание, %	Элемент	Содержание, %
Fe	24,3	Cu	0,15
Al	0,5	K	0,23
As	<0,05	Mn	2,2
Ca	3,0	Pb	2,0
Cr	0,24	Zn	13,0
Ni	0,05		

Анализ пыли на содержание углерода и серы (C= 7,9 % и S= 2,23 %) 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 °C и определении количества образовавшихся оксида углерода (CO_2) и оксида серы (SO_2) путем измерения поглощенного ими инфракрасного излучения.

В изученном образце пыли содержится большое количество цинка и свинца[1], источником которых может быть шихта. Несколько неправдоподобным кажется высокое содержание серы (~2 %), которое не характерно для электросталеплавильной пыли.

Оксидный состав пыли, рассчитан по стехиометрии:

Оксид	Содержание, %	Оксид	Содержание, %
Fe_xO_y	58,2	CuO	0,2
Al_2O_3	1,6	K_2O /KO_2	0,4
As_2O_3	0,1	MnO	2,5
CaO	3,6	PbO	1,9
Cr_2O_3	0,6	ZnO	14,1
NiO	0,05	SiO_2	9,7

Содержание оксида *кремния (*SiO_2 = 9,7 %) определено гравиметрическим методом.

Видно, что пыль содержит около 60% оксидов железа, причем, как это показали предыдущие исследования с использованием метода рентгеноструктурного анализа [7] и расчетов по программе ТЕРРА, основная доля приходится на магнетит – Fe_3O_4. Оценка элементного состава пыли ДСП из рукавного фильтра была проведена с помощью рентгенофлуоресцентного анализатора «Магний-1»:

Si	K	Mn	Pb	Ca	Fe	Cl	Cr	Zn	Сумма
2,24	1,50	4,35	7,04	5,44	46,36	1,87	0,41	30,79	100

Получено, что концентрация свинца в пыли достигает 7 %, цинка –

[1] Приведенные в работе [7] значения содержания цинка и свинца, полученные рентгенофлуоресцентным методом еще выше (примерно в 2 раза).

30 %, содержание железа – 46 %, что свидетельствует о том, что эта пыль является ценным продуктом и может быть подвергнута рециклингу с извлечением цветных металлов.

Обычно более 90 % пыли находится в виде оксидов, однако возможно и присутствие небольших количества сульфатов, сульфидов, хлоридов и других соединений. Для определения возможных сложных соединений в пыли использована программа ТЕРРА. Получено, что при низких температурах (комнатной) пыль содержит 40 % Fe_2O_3 и 10 % Fe_3O_4, около 25 % ZnO, 5 % PbS и сложных вещества, в состав которых входят железо, цинк, свинец и другие компоненты пыли. Могут присутствовать также сложные соединения: $FeSiO_3$, $Ba(CrO_2)_2$, Ca_3SiO_5, $CaFe_2O_4$ и др., не обнаруженные при инструментальном анализе. Оксид железа представлен в основном гематитом и магнетитом, марганец представлен тремя оксидами, кремний и кальций входят в состав сложных соединений.

Анализ минералогического состава на рентгеновском дифрактометре ДРН «ФАРАД» (рисунок 2) показал присутствие в пыли магнетита Fe_3O_4, цинкита ZnO и других оксидов – Mn_2O_3, Cr_2O_3, CaO. Гематит Fe_2O_3 не был обнаружен, хотя, учитывая окислительные условия в ДСП и результаты термодинамического анализа, можно было ожидать их присутствие в больших количествах.

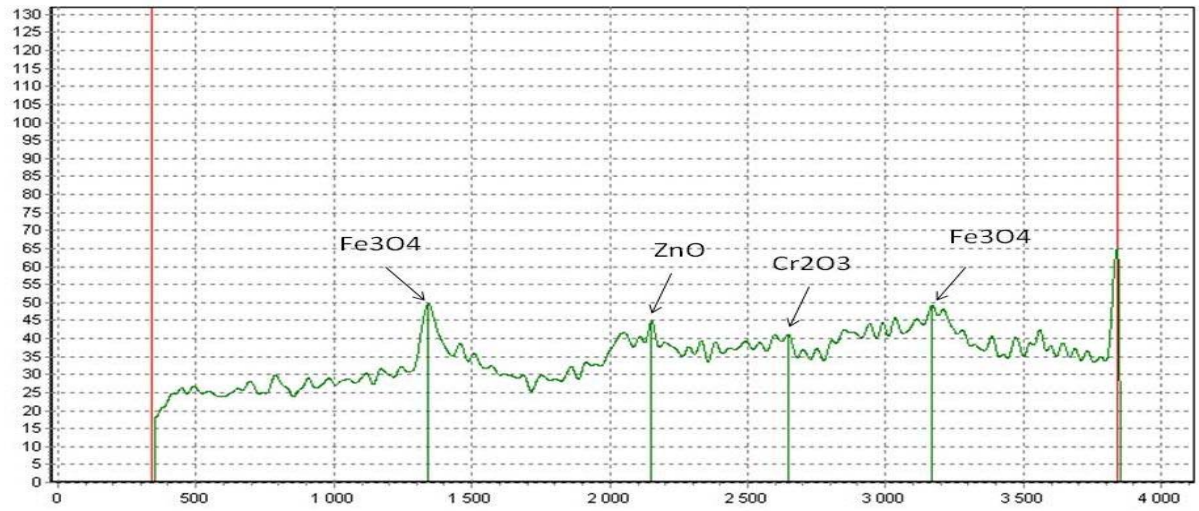


Рисунок 2 – Фрагмент спектрограммы электросталеплавильной пыли

По мнению авторов работы [8], поскольку Fe_3O_4 и γ-Fe_2O_3 имеют одинаковую кристаллическую структуру и близкие параметры решетки, их не всегда можно отличить рентгеноструктурным методом анализа. Исследования, проведенные ими во вращающемся магнитном поле, показали, что при интенсивной продувке ванны кислородом частицы Fe_3O_4 в пыли практически отсутствует. Было также показано, что вторичные процессы, происходящие после отбора пробы, могут изменить свойства пыли, в том числе оксидный состав железа. Основное влияние на этот процесс оказывает содержание кислорода в газовой фазе, содержание углерода в первичных частицах и температура. При достаточной концентрации кислорода в газовой фазе над расплавом происходит доокисление дисперсных частиц

низших оксидов железа до Fe_2O_3, который и придает дыму характерный бурый цвет. Для предотвращения вторичного окисления образующихся частиц Fe_3O_4, содержание O_2 в газовой фазе должно быть минимальным. Влияние углерода сказывается в том, что обезуглероживание вынесенных капель носит взрывообразный характер [9, 10].

Обобщая полученные результаты, можно сделать вывод о том, что сталеплавильная 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.

Рыхлые частицы разных форм, присутствующие в пыли, свидетельствуют о том, что при конденсации паров металлов, одновременно с частицами с нормальными плотностями, образуются частицы с плотностью, значительно меньшей, чем плотность металла. Рядом исследователей было обнаружено, что размер частиц с нормальной плотностью при высоких температурах уменьшается с течением времени вследствие испарения, частицы же с меньшей плотностью не испаряются. Это связывают с тем, что нормальные испаряющиеся частицы состоят из чистого металла, неиспаряющиеся частицы покрыты более или менее толстым слоем оксидов, препятствующим испарению (это противоречит выводам в работе [9], в которой показано, что скорость испарения оксидов железа выше скорости испарения чистого железа). Так как плотность оксидов значительно меньше плотности металла, то плотность частиц 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. Такие рыхлые агрегаты типичны для аэрозолей с твердыми частицами, и окисленные туманы по своим свойствам вполне сходны с дымами.

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 их последующего затвердевания, 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 форму, ни размер (например, ZnO, PbO) [4, 7].

Частицы легкой фракции имеют неправильную форму, свойственную обломкам твердых тел. Однако ряд частиц имеют упорядоченную, кристаллическую структуру. Это связано с тем, что при дезинтеграции 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 – от многих миллионов до двух частиц [4]. Известно, что скорость тепловой коагуляции 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.

Несмотря на то, что механизмы образования частичек пыли в области электрических дуг и продувки ванны кислородом различаются [7], вторичные процессы окисления в газовой фазе в пространстве печи могут быть идентичны. Можно согласиться с авторами [10] с тем, что регулируя состав газовой фазы над расплавом и по тракту дыма, можно управлять интенсивностью дымообразования, а также составом и свойствами частиц пыли оксидов железа. При низком содержании кислорода в газовой фазе в пыли будут превалировать частицы вюстита FeO и магнетита Fe_3O_4, при высоком содержании – гематита Fe_2O_3.

Одним из свойств дисперсной фазы (аэрозоля) является отсутствие агрегативной устойчивости. Поэтому, столкновение дисперсных частиц в газовом потоке должно приводить к их агрегатированию. Вследствие увеличения запаса свободной поверхностной энергии при увеличении дисперсности частиц возрастает их склонность к коагуляции и налипанию на поверхность различных преград, введенных в объем дыма. Этим обстоя-

тельством вызывается, отчасти, изменение счетной концентрации частиц и характеристик их распределения при отборе проб в различные заборные устройства, с этим же связана трудность разделения частиц по признаку их происхождения. Взвешенные в объеме газа частицы при столкновении могут группироваться и слипаться в агрегаты различных размеров, вплоть до крупных, теряющих способность к броуновскому движению и выходящих из аэрозоля по законам свободного падения. В условиях восстановительной атмосферы коагуляция частиц в газовой фазе может происходить в результате склеивания жидких частиц, т.к. при температуре выше 742 °С металлическое железо пластично. По-видимому, этим обстоятельством также отчасти объясняется тот факт, что дисперсные частицы в восстановительной среде отходящих газов имеют большие размеры агломератов.

Распределение частиц по размерам. На рис. 3 приведено дифференциальная и интегральная кривые распределения частиц по размерам для пыли ДСП: а – до агрегирования, б – после. Анализ распределение частиц по размерам проводили в Западно-Сибирском испытательном центре[1] методом лазерной дифракции на анализаторе частиц ANALYSETTE 22 Micro Tec plus (фирма «Fritsch», Германия), который позволяет проводить измерения в диапазоне от 0,08 мкм до 2000 мкм с очень высоким разрешением до 108 каналов измерения.

Из рисунков видно, что частицы дисперсной фазы имеют размеры в интервале 0,1-1 мкм (ср. 0,3 мкм), а размеры частиц в агрегатах составляют 20-200 мкм (ср. 100 мкм). Объем одного агрегата может превышать объем одной частицы в сотни тысяч раз.

Число столкновений частиц, приводящих к коагуляции, тем больше, чем больше объемная концентрации аэрозоля. Поскольку из потока газов преимущественно выпадают наиболее крупные, тяжелые частицы, и более мелкие, но склонные к коагуляции и образующие после коагуляции крупные агрегаты, должно происходить усреднение размеров дисперсных частиц. На рисунке 3 и в первом и во втором случае разброс частиц по размерам составляет 10 раз.

На характер агрегатирования дисперсных частиц должны оказывать влияние и магнитные свойства частиц. Установлено [11], что частицы магнитных веществ в магнитных полях образуют множество продолговатых флокул в направлении линий поля. Подобная картина наблюдалась в потоке отходящих газов при продувке расплава [12], где крупные частицы Fe_3O_4 образовывали цепочки, а мельчайше частицы Fe_2O_3 – бесформенные скопления.

По-видимому, магнетизм частиц способствует их коагуляции в потоке отходящих газов. Поскольку приобретение магнитных свойств частицами пыли связано со снижением окислительного потенциала газовой среды, то наличие кислорода в отходящих газах должно влиять и на процессы аг-

[1] Исследования проводила к.т.н. Журавлева Н.В.

регатирования частиц.

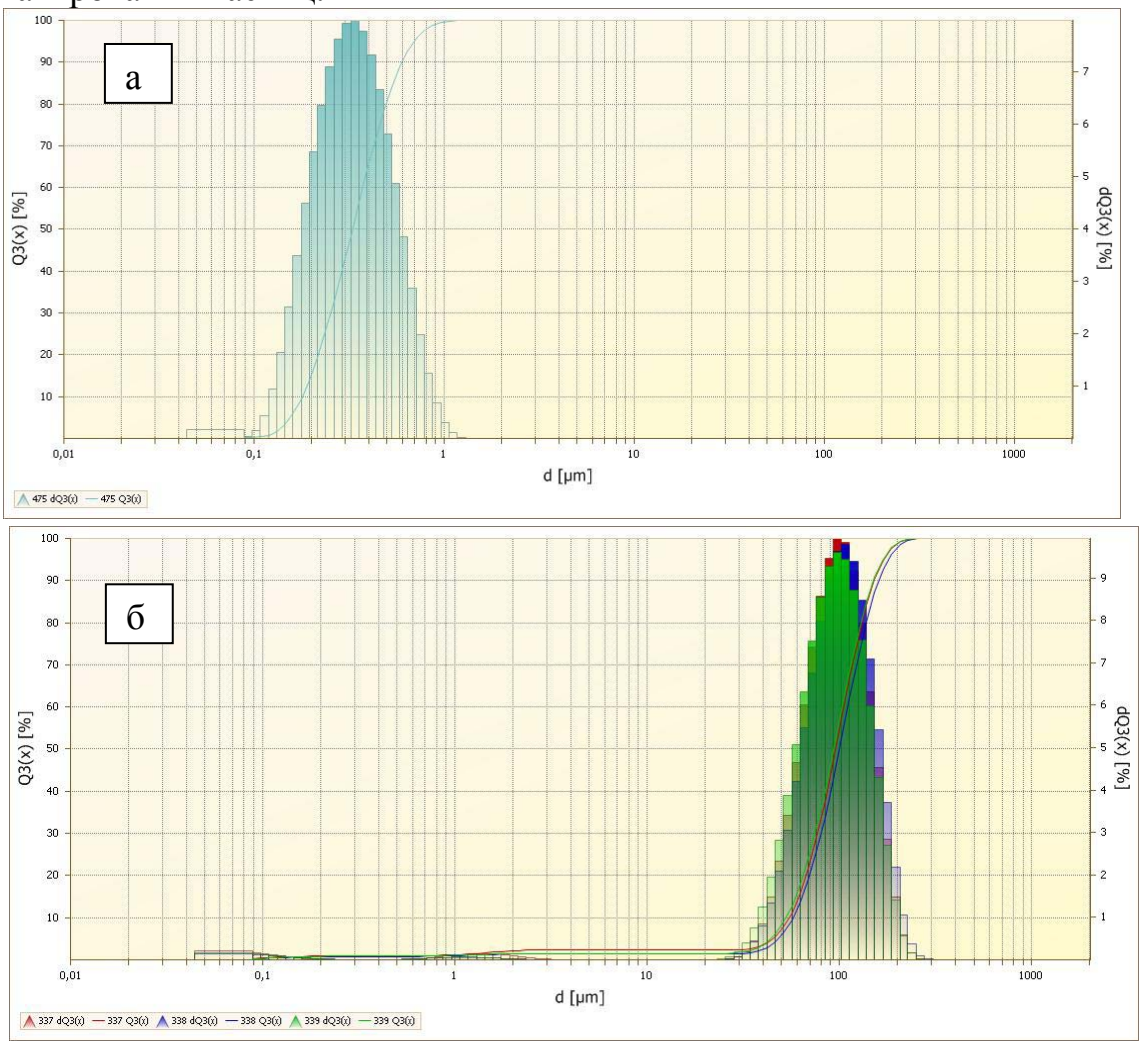


Рисунок 3 – Дифференциальная и интегральная кривые распределения частиц по размерам для пыли ДСП.

На характеристики распределения частиц по размерам должны оказывать влияние условия кристаллизации дисперсных частиц из жидкой фазы, т.к. известно, что если твердые частицы образуются путем кристаллизации из жидкой или газообразной фаз, то температура среды определяет скорость этого процесса. Чем медленнее последний совершается, тем крупнее должны быть образующиеся кристаллы. Поэтому, при высокой температуре дисперсные частицы оксидов железа должны формироваться в более крупные образования с меньшей активной поверхностью, вследствие чего процесс доокисления таких частиц должен происходить медленное и, возможно, за время охлаждения не завершаться образованием Fe_2O_3.

Таким образом, процессы, приводящие к изменению химического состава и дисперсности взаимосвязаны, поскольку они в определенной степени обусловливают склонность пыли к коагуляции и ферромагнитному агрегатированию, что изменяет характеристики дисперсной фазы в отходящих газах.

Частицы различного дисперсного состава обладают различным запа-

сом поверхностной энергии, что может проявляться в их избирательной способности к адсорбции, а также в различной смачиваемости частиц пыли. Так, например, коллоидные частицы, в отличие от крупной и средней фракций дисперсной фазы, смачиваются водой плохо.

Выводы. Анализ пыли, образующейся при выплавке стали в шахтной дуговой сталеплавильной печи показал, что она неоднородна, полидисперсна, образована в результате различных процессов, протекающих в печи и в газоходе, содержит как дымовые частицы, так и пылевые от неорганизованных выбросов. В таком виде эту пыль без предварительной подготовки нельзя утилизировать или 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 в стабильной газовой среде с низким парциальным давлением кислорода над ванной. Получение пыли с известными или желаемыми свойствами может способствовать разработке новых, более совершенных методов очистки газов и сфер использования (утилизации) уловленной пыли.

Библиографический список

1. Anne-Gwénaëlle Guézennec, Jean-Christophe Huber, Fabrice Patisson, Philippe Sessiecq, Jean-Pierre Birat, Denis Ablitzer. Dust formation in electric arc furnace: Birth of the particles. //Published in Powder Technology, 2005, 157, 1-3, 2-11.
2. J. G. M. da Silva Machado; F. A. Brehm C. A. M. At al. Characterization study of electric arc furnace dust phases. //Materials Research. 2006. V. 9. N 1.
3. Симонян Л.М., Хилько А.А. Характеристика электросталеплавильной пыли. Сб. докладов 3-й международной научно-практической конференции «Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе», Новокузнецк, 2010. С. 125-130.
4. Фукс Н. А. Механика аэрозолей. – Изд. Академии Наук СССР, Москва, 1955, 353 С.
5. Грин Х., Лейн В. Аэрозоли – дымы, пыли и туманы. Л.: Химия, 1972. 428 с.
6. Скрябина Л.Я. Атлас промышленных пылей. «Кондор Эко – СФ НИИОГАЗ», 2007.
7. Симонян Л.М., Хилько А.А., Зубкова С.В. Свойства электросталеплавильной пыли и анализ возможных направлений её использования. // Электрометаллургия. 2010. № 8, С. 28-34.
8. Глинков М.А., Морехина Н.М. О химическом составе мелкодисперсной пыли, образующейся при продувке кислородом расплава в сталеплавильной печи. Сообщ. 1. // Изв. Вузов. Черная металлургия. 1970. № 9, С. 166-168.
9. Говорова Н.М., Глебов Ю.Д., Киселев А.Г. Влияние окислительного

потенциала газовой фазы на образование бурого дыма в кислородном конвертере. // Изв. Вузов. Черная металлургия. 1988. № 5, с. 112-118.
10. Глинков М.А., Морехина Н.М. Газовая фаза над расплавом как фактор образования бурого дыма сталеплавильных печей. // Изв. Вузов. Черная металлургия. 1971. № 3, С. 168-170.
11. Руноллина У. //Acta Politecnica Scandinavica, ch 16, 1961. №303, p. 73, Пер.ГПНТБ 63/91046.
12. Schutz A. //Staub. 1959, 19, № 8, 291-296.

УДК 613,644

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТВАЛАМИ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Олещенко А.М., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский институт комплексных проблем гигиены и профессиональных заболеваний» Сибирского отделения Российской академии медицинских наук
г. Новокузнецк

В последнее десятилетие накоплен большой опыт оценки риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха стационарными источниками в городах: Волгоград, Самара, Санкт-Петербург, Екатеринбург, Ангарск, Новокузнецк, Красноярск, Барнаул и др. По мнению ведущих гигиенистов и экологов (Онищенко Г.Г., Новиков С.М., Рахманин Ю.А.), большинство промышленных выбросов и сбросов переходит на отвалы промышленных предприятий, что является одним из основных источников загрязнения атмосферного воздуха, почвы, воды. Поэтому основным из приоритетных направлений природоохранной политики большинства промышленных городов является снижение отрицательного воздействия на здоровье населения загрязнения атмосферного воздуха площадными источниками. В существующих отечественных и зарубежных исследованиях данное направление практически отсутствует. Поэтому данное исследование направлено на разработку экологических и гигиенических мероприятий по снижению риска для здоровья населения от загрязнения атмосферного воздуха отвалами горно-обогатительных фабрик и предприятий теплоэнергетики.

Целью исследования являлась разработка системы количественных оценок риска нарушения здоровья населения, проживающего в зоне воздействия отвалов горно-обогатительных фабрик и ГРЭС.

В ходе исследования решались следующие задачи:

1. Идентификация опасности – сбор, анализ, оценка информации о типах ущерба здоровью и заболеваниях, связанных с воздействием загрязнения атмосферного воздуха от площадных источников.

2. Оценка зависимости «доза-ответ» – выявление взаимосвязи между уровнем вредных экологических факторов и масштабами ущерба здоровью населения за период их проживания.

3. Количественная оценка факторов экологического воздействия окружающей среды для оценки вероятности нанесения ущерба здоровью населения.

4. Оценка динамики здоровья и процессов адаптации населения, проживающего в зоне воздействия.

5. Анализ эффективности природоохранных мероприятий по снижению риска для здоровья населения от площадных источников.

6. Разработка и внедрение методических рекомендаций по оптимизации профилактических комплексов по критериям снижения экспозиции или риска для здоровья населения, основанная на оптимальном соотношении затрат и пользы.

Для исследования выбраны следующие объекты:

– население, проживающее в зоне влияния хвостохранилища Абагурской аглофабрики и золоотвала Томь-Усинской ГРЭС;

– экологические факторы загрязнения атмосферного воздуха промышленными отвалами (токсичные вещества, взвешенные вещества, климат).

В данной работе использован комплекс современных методов исследования: экологический, санитарно-гигиенический, экономический, математический, статистический.

Отходы производства Абагурской агломерационно-обогатительной фабрики – хвосты магнитной сепарации железной руды, хранящиеся в хвостохранилищах, считаются малоопасными отходами и отнесены к IV классу токсичности. Однако, вследствие мелкофракционного состава и значительных масштабов занимаемой ими территории (350 га) отмечается загрязнение атмосферного воздуха взвешенными веществами, содержащими широкий спектр токсичных веществ, таких как свинец, кадмий, хром, кремний, алюминий, литий и т.д.

В районе поселка Елань, примыкающего непосредственно к хвостохранилищу, годовое выпадение взвешенных веществ составляет 409 г/м^2, что более чем в 200 раз превышает фоновый показатель для лесостепной зоны (2 мг/м^2). В радиусе 8 км вокруг Абагурской аглофабрики отмечено загрязнение почв токсичными веществами, входящими в состав хвостов, в т.ч. железом в 3-3,5 раза выше фона.

По данным кустового медицинского информационно-вычислительного центра г. Новокузнецка, уровень заболеваемости населения поселка Елань достоверно превышает общегородские стандарты.

Так, за последние три года общая заболеваемость всего населения, рассчитанная на 1000 человек, составляет 815,3 случаев в поселке Елань против 670,4 случаев в целом по городу. Особенно высокая заболеваемость отмечается среди детского населения, которая составляет 1471,1 случая против 1206,0 случаев по городу. Более высокий уровень заболеваемости в поселке Елань зарегистрирован по таким классам болезней, как болезни органов дыхания (422,3), новообразования (15,6), болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ (20,7), болезни системы кровообращения (25,9), болезни органов пищеварения (27,3), болезни мочеполовой системы (54,5), осложнения беременности (4,54), врожденные пороки развития (4,9). В структуре заболеваемости данные болезни входят в первую десятку. Причем заболевания органов дыхания составляют 51,8 % от всей заболеваемости.

Поэтому риск здоровья населения от загрязнения окружающей среды проводился по взвешенным веществам, находящимся в атмосферном воздухе.

Содержание взвешенных веществ в атмосферном воздухе от хвостохранилища определялось расчетным методом на основе методики расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий (ОНД-86).

При расчете учитывались такие показатели, как высота отвала над уровнем земли, масса вредного вещества, средняя скорость ветра на уровне земли, коэффициент обмена.

Полученные результаты показали, что для площади отвала 300 га выброс пыли составляет 300 г/сек, при этом максимальная концентрация складывается на расстоянии 567 м от края отвала и составляет 0,85 мг/м^3.

Для площади отвала 170 га выброс пыли составляет 170 г/с, при этом максимальная концентрация складывается на расстоянии 567 м от края и составляет 0,48 мг/м^3.

На основании полученных результатов с учетом розы ветров рассчитаны индивидуальный и популяционный пожизненный (неканцерогенный) риски смерти от вдыхания взвешенных веществ (таблица 1).

Таблица 1 – Индивидуальный и популяционный риски для здоровья населения различных районов города в зоне воздействия площадного источника (на 10000 человек населения)

Районы города	Индивидуальный риск ($R_{инд}$)	Групповой популяционный риск ($R_{гпр}$)
1. Поселок Елань	0,027	3,85
2. Поселок Абагур	0,003	0,42
3. Поселок Редаково	0,00063	0,09
4. Комсомольская пл-ка	0,0015	0,21
5. Левый берег	0,0015	0,21
6. Советская площадь	0,0027	0,38

Самый высокий групповой риск дополнительных случаев смерти при ингаляционном воздействии взвешенных веществ отмечается в поселке

Елань, который составляет 3,85 случая на 10000 населения, на втором месте находится поселок Абагур и Советская площадь, уровень риска уменьшается в 18 раз в центральной части города, Левый берег и Комсомольская площадка и самый низкий – в районе 10 км в поселке Редаково.

По данным статистической отчетности анализа состояния здоровья и расчетным данным индивидуального и группового популяционного риска, отмечается достоверное превышение уровня заболеваемости всех групп населения по сравнению с другими районами города в 10-километровой зоне влияния хвостохранилища Абагурской аглофабрики.

Расчет эффективности рекультивационных мероприятий показал, что предполагаемое снижение общей заболеваемости в течение года за счет уменьшения площади хвостохранилища на 8,3 % позволит снизить заболеваемость населения поселка Елань на 67,5 случаев, а среди детского населения поселка – на 121,9 случаев.

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 масштабов занимаемой ими территории (39 га) отмечается загрязнение атмосферного воздуха взвешенными веществами, содержащими широкий спектр токсичных веществ, такие как свинец, кадмий, хром, кремний, алюминий, литий и т.д.

Расчет распространения примесей в атмосфере, выделяющихся от площадного источника, проводился по методике расчета ОНД-86.

Полученные результаты показали, что для площади золоотвала 39 га выброс взвешенных веществ составляет 780 г/сек, при этом максимальная концентрация складывается на расстоянии 28 м от края отвала и составляет 44,6 мг/м^3 .

Проведенный расчет уровней средней годовой концентрации, индивидуального и популяционного рисков дополнительной смертности в зонах воздействия золооотвала Томь-Усинской ГРЭС представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Уровни среднегодовой концентрации, индивидуального и популяционного рисков дополнительной смертности в зонах воздействия (золоотвал Томь-Усинской ГРЭС)

Районы города	Сс.г.	Площадь золоотвала, га			
		39,0		1,0	
		Ri	Rп. на 1000 населения	Ri	Rп. на 1000 населения
д. Безруково	7,3E-02	2,55E-02	0,364	6,54E-04	93,33E-04
п. Притомский	8,4E-03	2,94E-03	0,042	7,5E-05	10,77E-04
г. Мыски	8,4E-04	2,94E-04	4,2E-03	8,0E-06	10,8E-05
ст. Тальжино	1,55E-03	5,4E-04	7,7E-03	1,4E-05	19,7E-05
д. Атаманово	1,05E-03	3,7E-04	5,3E-03	9,0E-06	13,6E-05
Абашево (р-он Новокузнецка)	3,5E-03	1,22E-03	17,4E-03	3,1E-05	44,6E-05
Байдаевка (р-он Новокузнецка)	3,5E-03	1,22E-0,3	17,4E-03	3,1E-05	44,6E-05

Наибольший индивидуальный пожизненный (неканцерогенный) риск смерти от вдыхания взвешенных веществ отмечается в деревне Безруково и составляет 255 случаев на 10 000 человек. В городе Мыски, станции Тальжино, деревне Атаманово данная величина примерно в 100 раз ниже, в поселке Притомском и районах г. Новокузнецка (Абашево, Байдаевка) она составляет 29,4 и 12,2 случаев на 10 000 человек соответственно. Величина популяционного риска в деревне Безруково составляет 0,364, в поселке Притомском – 0,19, городе Мыски – 0,18, станции Тальжино – 0,0077, деревне Атаманово – 0,0053, районах г. Новокузнецка (Байдаевка и Абашево) – 0,52. Суммарный риск по всем населенным пунктам составил 1,796.

Проведение рекультивационных работ на 1 га золоотвала позволяет снизить индивидуальный риск в деревне Безруково на 6,54 случая на 10 000. В остальных населенных пунктах это снижение составляет от 0,8 до 7,5 случаев на 10000 человек. Снижение популяционного риска в данных населенных пунктах составляет в деревне Безруково – $9{,}333 \cdot 10^{-3}$ случаев, поселке Притомском – $4{,}9 \cdot 10^{-3}$, городе Мыски – $4{,}727 \cdot 10^{-3}$, станции Тальжино – $1{,}97 \cdot 10^{-4}$, деревне Атаманово – $1{,}36 \cdot 10^{-4}$, районах г. Новокузнецка (Абашево и Байдаевка) – $1{,}33 \cdot 10^{-2}$. Суммарное снижение риска по всем населенным пунктам составит 0,046.

Разработана методика расчета оздоровительного эффекта мероприятий по биологической рекультивации техногенных ландшафтов по показателям здоровья населения.

Стоимость ущерба здоровью от воздействия взвешенных веществ золооотвала Томь-Усинской ГРЭС представлена в таблице 3.

Таблица 3 – Стоимость ущерба здоровью от воздействия взвешенных веществ золооотвала Томь-Усинской ГРЭС (руб.)

Районы города	Площадь золоотвала, га	
	39,0	1,0
д. Безруково	327,6	8,400
п. Притомский	171,99	4,410
г. Мыски	174,20	4,467
ст. Тальжино	6,93	0,178
д. Атаманово	4,77	0,122
Абашево (р-он Новокузнецка)	469,8	12,046
Байдаевка (р-он Новокузнецка)	469,8	12,046
Сумма:	1625,09	41,669

Таким образом, на 1 га хвостохранилища в целом по населенным местностям ущерб для здоровья населения составляет 0,046 дополнительных случаев, что по экономическому показателю имеет стоимость 41,669 руб. Для того, чтобы снизить дополнительную смертность на 1 случай, необходимо рекультивировать 21,7 га площадного источника.

УДК 504.054

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ОПАСНОСТИ СНЕЖНЫХ МАСС С УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

АКАТЬЕВ М.Н., АХМЕДШИНА А.Ф., ДЯГЕЛЕВ М.Ю., ИСАКОВ В.Г.

ФГБОУ ВПО Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова
г. Ижевск

Перечень сокращений и обозначений: ПДКп (мг/кг) – предельно-допустимая концентрация вещества в почве; ОДК – ориентировочно-допустимая концентрация; ПДКв (мг/л) – предельно-допустимая концентрация вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования; ОДУ – ориентировочно-допустимый уровень; ОБУВ – ориентировочный безопасный уровень воздействия; ПДКр.х. (мг/л) – предельно-допустимая концентрация вещества в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения; ПДКс.с. (мг/м^3) – предельно-допустимая концентрация вещества среднесуточная в атмосферном воздухе населенных мест; ПДКм.р.(мг/м^3) – предельно-допустимая концентрация вещества максимально разовая в воздухе населенных мест; ПДКр.з. (мг/м^3) – предельно-допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны; ПДКпп (мг/кг) – предельно допустимая концентрация вещества в продуктах питания; МДС – максимально допустимое содержание; МДУ – максимально допустимый уровень; S (мг/л) – растворимость компонента отхода (вещества) в воде при 20 °С; $C_{нас}$ (мг/м^3) – насыщающая концентрация вещества в воздухе при 20 °С и нормальном давлении; K_{ow} – коэффициент распределения в системе октанол/вода при 20 °С; LD_{50} (мг/кг) – средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при однократном пероральном введении в унифицированных условиях; LC_{50} (мг/м^3) – средняя смертельная концентрация вещества, вызывающая гибель 50 % подопытных животных при ингаляционном поступлении в унифицированных условиях; $LC^{водн}_{50}$ (мг/л/96 ч) – средняя смертельная концентрация вещества в воде, вызывающая гибель 50 % всех взятых в опыт гидробионтов (например, рыб) через 96 часов; БД – биологическая диссимиляция; $БПК_5$ – биологический показатель кислорода, выраженный в мл O_2/л через 5 часов; ХПК – химический показатель кислорода, выраженный в мл O_2/100 л; n – количество первичных показателей опасности; Kinf – коэффициент информационного обеспечения.

Утилизация снега с городских территорий в последние десятилетия приобретает особо острую актуальность. По данной тематике ведутся научные исследования не только по технологии утилизации, но и по изменению, модернизации номенклатуры противогололедных реагентов и переход на абразивные природные материалы. С другой стороны, возникает вопрос о целесообразности его вывоза с территории города, о разработке системы утилизации снега и талых вод, создания специальных полигонов для хранения и таяния снега, так как свежевыпавший снег не содержит практически никаких загрязнителей и не представляет угрозы окружающей природной среде.

Для определения опасности, которую может представлять собой вывозимый с городских территорий снег для окружающей природной среды, был проведен расчет класса опасности этого снега.

Химико-биологический анализ [1-3] городского снега выявил широкий спектр загрязняющих веществ, представленный, в основном, солями (таблица 1). Необходимо уточнить, что все анализы проводились с талой водой, поэтому представленные концентрации необходимо пересчитать на снег, с учетом его плотности. Плотность снега зависит от того, насколько долго он находился на улицах города или на снегосвалке. При этом определяющим фактором являются погодные условия.

Свежевыпавший снег имеет рыхлую структуру с разветвленными кристаллами. Такая структура содержит большое количество воздуха и имеет соответственно малую плотность – порядка 0,2 кг/дм^3. Вылеживание свежевыпавшего снега приводит к его уплотнению до 0,3-3,5 кг/дм^3. При длительном слеживании после нескольких переходов через 0 °С, плотность снега доходит до 0,7 кг/дм^3[1].

Таблица 1 – Химический состав снега, вывозимого с городских территорий

№ п/п	Вещества	Размерность	Показатели в талой воде, мг/л	В пересчете на снег плотностью 0,7 кг/дм^3, мг/кг	Процентное содержание, %
1	Взвешенные вещества	мг/л	250-2000	175-1400	0,0175-0,14
2	Аммонийный азот	мг/л	0,5-25	0,35-17,5	0,000035-0,00175
3	Нефтепродукты	мг/л	5-35	3,5-24,5	0,00035-0,00245
4	Хлориды	мг/л	150-700	105-490	0,011-0,049
5	Сульфаты	мг/л	10-80	7-56	0,0007-0,0056
6	Железо	мг/л	2-20	1,4-14	0,00014-0,0014
7	Натрий	мг/л	20,71-589,0	14,5-412,32	0,00145-0,0412
8	Калий	мг/л	27,20-130,9	19-91,7	0,0019-0,0092
9	Цинк	мг/л	0,15-1	0,11-0,7	0,000011-0,00007
10	Медь	мг/л	0,02-0,15	0,01-0,11	0,000011
11	Свинец	мг/л	24,7-45,73	17,29-32	0,00173-0,0032
12	Марганец	мг/л	0,21-0,91	0,15-0,64	0,000015-0,000064
13	СПАВ	мг/л	0,633-1,623	0,44-1,136	0,000044-0,0001136
14	$БПК_5$	мг O_2/л	50-300	35-210	-
15	ХПК	мг O_2/л	0,9 – 7,7	0,63-5,39	-

В соответствии с [4] компоненты: «взвешенные вещества» (как породообразующие) и «вода» практически не опасны, поэтому относительный параметр опасности этих компонентов принимаем X=4, коэффициент степени опасности W=1000000. Остальные компоненты могут представлять определенную опасность для окружающей природной среды, и к ним необходимо применить расчетный метод [5]. Для этого из справочной литературы находим первичные показатели опасности и составляем сводную таблицу 2.

Таблица 2 – Первичные показатели опасности компонента

№ п/п	Первичные показатели опасности компонента	*Аммонийный азот*		*Нефтепродукты*		*Хлориды*		*Сульфаты*		*Железо*		*Натрий*		*Калий*		*СПАВ*	
		Значения показателей	Балл	Значения показателей	Балл	Значения показателей	Балл	Значения показателей	Балл	Значения показателей	Балл	Значения показателей	Балл	Значения показателей	Балл	Значения показателей	Балл
1	ПДКп, мг/кг	-	-	300[10]	4	-	-	-	-	-	-	-	-	360[15]	4	-	-
2	Класс опасности в почве	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	ПДКв, (ОДУ), мг/л	1,5[6]	4	0,3[6]	3	350[6]	4	500[6]	4	0,3[6]	3	0,2[6]	3	1,5[6]	4	0,1[6]	2
4	Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования	4[6]	4	4[6]	4	4[6]	4	4[6]	4	3[6]	3	3[6]	3	4[6]	4	-	-
5	ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л	0,5[7]	4	0,05[7]	3	300[7]	4	100[7]	4	0,1[7]	3	5[7]	4	50[7]	4	0,0005	1[7]
6	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования	4[7]	4	3[7]	3	4[7]	4	4[7]	4	4[7]	4	4[7]	4	4[7]	4	3	3
7	ПДК (с.с.или м.р.) (ОБУВ) мг/м^3	0,04[8]	2	0,05[11]	2	0,15[8]	3	0,3[8]	3	0,04[8]	2	0,15[8]	3	0,01[8]	2	0,005	1[8]
8	Класс опасности в атм. воздухе	4[8]	4	-	-	3[8]	3	-	-	3[8]	3	3	3	4[8]	4	-	-
9	ПДК п.п. (МДУ, МДС), мг/кг	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Lg(S, мг/л / ПДКв, мг.л)	5,82	1	-	-	3,46	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3
11	Lg(Снас, мг/м^3 / ПДКр.з)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Lg(Снас, мг/м^3 / ПДКс.с. или ПДКм.р.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Lg K ow (октанол/вода)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	LD_{50} (мг/кг)	-	-	28350	4[12]	4500	3[13]	10000	4[13]	98[14]	2	20000	4[12]	2430	3[16]	3500	3[12]
15	LC_{50} (мг/м^3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	LC_{50}^{w} (мг/л / 96 ч)	420[9]	4	-	-	800	4[9]	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	2[12]
17	БД = $БПК_5$ / X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
18	Персистентность (трансформация в окружающей среде)	с более выраж. влиян. др. критериев	2[9]	-	-	с токс. близкой к токс. исходн. вещ-ва	3[9]	-	-	-	-	-	-	-	-		
19	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)	накопление в одном звене	3[9]	-	-	накопление в одном звене	3[9]	-	-	-	-	-	-	-	-		
20	Показатель информационного обеспечения	n=10	3	n=7	2	n=11	4	n=6	1	n=7	2	n=7	2	n=8	2	n=7	2
21	Относительный параметр опасности компонента	X = 35/11 = 3,182		X = 25/8 = 3,125		X = 41/12 = 3,417		X = 24/7 = 3,429		X = 22/8 = 2,75		X = 26/8 = 3,25		X = 31/9 = 4,444		X = 17/8 = 2,125	

Относительный параметр опасности компонента отхода, в данном случае загрязнителя в городском снеге, для i-го компонента (X_i) связан с унифицированным относительным параметром экологической опасности (Z_i) следующим соотношением:

$$Z_i = 4^{X_i/3} - 1/3$$

Зависимость между коэффициентом степени экологической опасности *i*-го загрязнителя снега (W_i) с унифицированным относительным параметром экологической опасности (Z_i) устанавливается следующей функцией:

$$\lg W_i = \begin{cases} 4 - 4/Z_i & \text{Для } 1 \le Z_i \prec 2 \\ Z_i; & \text{Для } 2 \le Z_i \prec 4 \\ 2 + 4/(6 - Z_i); & \text{Для } 4 \le Z_i \le 5 \end{cases}$$

По найденному значению lgW_i определяют W_i.

Показатели степени опасности отдельных загрязнителей городского снега рассчитывают по формулам:

$$K_1 = C_1/W_1; \quad K_2 = C_2/W_2 \ldots\ldots K_n = C_n/W_n$$

где:

W_1, W_2, … W_n – коэффициент степени экологической опасности *i*- го компонента отхода (мг/кг);

C_1, C_2, … C_n – концентрация *i*- го компонента в отходе (мг/кг).

Показатель K степени опасности для городского снега в целом будет рассчитываться как сумма показателей степени опасности каждого компонента снега. Итоговое значение степени опасности городского снега для окружающей среды будет устанавливаться согласно таблице 3.

Таблица 3 – Класс опасности отхода в зависимости от степени опасности

Класс опасности отхода	Степень опасности отхода K
I	$10^6 \le K > 10^4$
II	$10^4 \le K > 10^3$
III	$10^3 \le K > 10^2$
IV	$10^2 \le K > 10$
V	$10 \le K$

По найденным относительным параметрам опасности X определяем коэффициенты степени опасности W_i, относительный параметр экологической опасности Z_i и показатель степени опасности K_i для каждого компонента снежных масс (таблица 4).

Таблица 4 – Степень опасности компонентов

№ п/п	Компоненты отхода	X_i	Z_i	LgW_i	W_i, мг/кг	C_i, мг/кг	K_i
1	Вода и взвешенные вещества	-	-	-	1000000	998859,394	0,998859
2	Аммонийный азот	3,182	3,91	3,91	8128,3	17,5	0,002153
3	Нефтепродукты	3,125	3,83	3,83	6760,8	24,5	0,003624
4	Хлориды	3,417	4,22	3,41	2570,4	490	0,190632
5	Сульфаты	3,429	4,24	3,45	2818,4	56	0,019869
6	Железо	2,75	3,33	3,33	2138,0	14	0,006548
7	Натрий	3,25	4	3	1000	412,32	0,41232
8	Калий	4,444	5,59	14,63	4,27E+14	91,7	2,1E-13
9	Цинк [4]	2,25	2,67	2,67	463,4	0,7	0,001511
10	Медь [4]	2,17	2,56	2,56	358	0,11	0,000307
11	Свинец [4]	1,46	1,61	1,52	33,1	32	0,966767
12	Марганец [4]	2,3	2,37	2,73	537	0,64	0,001192
13	СПАВ	2,125	2,5	2,5	316	1,136	0,00359
14	Сумма					1000000	2,60

Показатель степени опасности $K = 2{,}6 < 10$, следовательно, снежные массы, вывозимые с урбанизированных территорий, относится к 5-му классу опасности. В данном случае требуется подтверждение класса опасности экспериментальным методом. Если проведенное биотестирование подтвердит результаты расчетного метода, то городскому снегу устанавливается 5-й класс опасности для окружающей природной среды. При отсутствии подтверждения 5-го класса опасности экспериментальным методом отходу устанавливается 4 класс опасности.

Однако следует заметить, что расчет дал 5 класс опасности только для 1 кг снега, а ежегодно только с территории г. Ижевска вывозят более 150 тысяч тонн снега [17]. Расчет, с учетом концентраций загрязняющих веществ в городском снеге и его объемов, дает более 210 тонн взвешенных веществ, 3,6 тонн нефтепродуктов, более 5 тонн тяжелых металлов ежегодно. И надо полагать, что все эти вещества по мере таяния снега попадают в почву, поверхностные и грунтовые воды, поэтому вопрос о целесообразности вывоза снега с территории города на специальные полигоны или его утилизация отпадает само собой.

Выводы:

1. Свежевыпавший снег является только агрегатной формой воды и не содержит загрязняющих веществ, но в то же время снег, длительное время находившееся на территории города, впитывает большое количество загрязнителей;

2. Расчет класса опасности городского снега показал, что у него 5 класс опасности, который характеризуется как практически не опасный для окружающей среды. Однако, расчет количества загрязняющих веществ с учетом их концентраций и объемов вывозимого снега указывает на целесообразность его утилизации.

Библиографический список

1. Системы удаления снега с использованием городской канализации / С.В. Храменко, А.Н. Пахомов, М.В. Богомолов и др. // Водоснабжение и санитарная техника. – 2008. – №10 – С. 19-30.
2. Шумилова М.А., Жиделева Т.Г. Особенности загрязнения снежного покрова вблизи крупных автомагистралей г. Ижевска // Вестник Удмуртского университета. Серия «Физика. Химия». – 2010. – №2 –

С. 90-97.
3. Разработка системы утилизации снега г. Ижевска/ М.Ю. Дягелев, Р.Ю. Зайнаков, А.Е. Шестакова// Материалы Республиканская выставка-сессия инновационных проектов студентов, магистрантов, аспирантов, молодых ученых вузов. – Ижевск, 2012. – С. 124-130.
4. Приказ МПР РФ от 15.06.2001 №511 "Об утверждении Критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды". 12 с. – URL: http://www.consultant.ru/ (Дата обращения 12.09.2012).
5. Критерии отнесения опасных отходов к классам опасности для окружающей природной среды: методическое пособие. – М., 2003. – 38 с.
6. ГН 2.1.5.1315-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, Минздрав России утв. 30.04.2003 г. №78.
7. Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимые концентрации (ПДК) и ОБУВ вредных веществ для водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение, М.: ВНИРО, 1999.
8. ГН 2.1.6.1338-03 Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест, Минздрав России утв. 21.05.2003 г. №114.
9. Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах. Справочник. – Л.: Химия, 1979. – 160 с.
10. Методика исчисления размера ущерба, вызываемого захламлением, загрязнением и деградацией земель на территории Москвы, распоряжение мэра от 27.07.1999 г. №801-РМ.
11. ГН 2.1.6.2309-07 Ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. Утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ №97.
12. Грушко Я.М. Вредные органические соединения в промышленных сточных водах. Справочник. – Л.: Химия, 1982. – 216 с.
13. Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных выбросах в атмосферу. Справочник. – Л.: Химия, 1987. – 278 с.
14. Вредные химические вещества. Неорганические соединения элементов V-VIII групп. Справочник/ Филова В.А., Бандман А.Л., Волкова Н.В. и др. – Л.: Химия, 1989. – 592 с.
15. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно допустимых количеств (ОДК) химических веществ в почве, Госкомсанэпиднадзор РФ, утв. 06.02.1992 г. №1.
16. Беспамятнов Г.П.. Кротков Ю.А. ПДК химических веществ в окружающей среде. Справочник. – Л.: Химия, 1985. – 528с.
17. Состоялось рабочее совещание по вопросу очистки межквартальных дорог от снега. – URL: http://www.izh.ru/izh/promo/10507.html (Дата обращения 09.05.2012).

УДК 631.4 : 502.521

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗОЛОШЛАКОВОГО ОТВАЛА В УСЛОВИЯХ САМОЗАРАСТАНИЯ (НА МОДЕЛИ)

Гончарова Е.Н., Подурец О.И., Манакова О.Л.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Кузбасская государственная педагогическая академия
г. Новокузнецк

МБВ(с)ОУ «В(с)ОШ № 17»
г. Новокузнецк

Актуальность темы.

В настоящее время имеется значительное число разработок по рекультивации зольных субстратов. Самозарастание является одним из экстенсивных способов восстановления нарушенных земель, в том числе золоотвалов, что зависит от зонально-климатических условий, которые будут определять особенности и динамику формирования растительности, а также начальные этапы почвообразования на данных техногенных субстратах [2, 3].

Утилизация золошлаковых отходов в частном секторе населенных пунктов – серьезная проблема. За один отопительный сезон с 10-12 тонн каменного угля образуется около 2 тонн золошлаковых отходов (одно частное хозяйство). Вывоз золошлаковых отходов – это дополнительные расходы, поэтому, их, как правило, не вывозят. В результате количество небольших по размеру отвалов в частном секторе вдоль улиц постоянно растет. Часть их в условиях воздействия факторов среды естественно самозарастает, другая – долго сохраняется без изменения, что вызывает захламление, загрязнение и ухудшение эстетического вида улиц и в целом экологической обстановки.

Цель.

Целью данной работы является исследование особенностей естественного зарастания бытового золошлакового отвала.

Задачи:

- проанализировать видовой состав и фитомассу растительных группировок по экотопам;
- исследовать процессы начального почвообразования по ряду физико-химических параметров;
- определить почвенно-экологическое состояние золошлаковых образований.

Объект исследования.

Объектом исследования является бытовой шлаковый отвал, образовавшийся в течение 15 лет от сжигания каменного угля, расположен в частном секторе в пределах городской черты Новокузнецка (модель). Исследуемая модель шлакового отвала имеет S – 36 м^2, овальную форму, продольная ось направлена с запада на восток, длина подошвы модели – 9 м, ширина – 4 м, высота 1,2 м.

По возрасту шлака, интенсивности зарастания и видовому составу растений исследуемый отвал условно поделен на 7 зон (экотопов):

1 зона – северный склон, возраст шлака 15 лет;

2 зона – южный склон, возраст шлака 15 лет;

3. зона – северный склон, возраст шлака 15 лет, перекрытый 7-10 летними шлаками;

4. зона – южный склон, возраст шлака 15 лет, перекрытый 7-10 летними шлаками;

5 зона – северный склон, возраст шлака 7-10 лет, перекрыт сверху молодым шлаком возрастом 1-3 года;

6 зона – южный склон, возраст шлака 7-10 лет, перекрыт сверху молодым шлаком возраст 1-3 года;

7 зона – восточный склон, возраст шлаков 1-3 года, весьма уплотнен.

Результаты исследования.

Изучение травянистого покрова в техногенных экотопах, в том числе приспособительных особенностей, динамики видового состава и запасов растительного вещества растительных группировок, является информативным показателем. Рост и развитие растений зависят от почвенно-экологических условий экотопа. Для оценки этих параметров были проведены геоботанические описания по общепринятым методикам. Для оценки состояния естественного зарастания определялся видовой состав растений по выделенным зонам, общее проективное покрытие (ОПП) и в середине вегетационного периода рассчитывалась фитомасса.

Наиболее интенсивное зарастание наблюдается на северной части бытового отвала (1–3–5 зоны). Здесь прослеживается наибольшая густота растительного покрова, (ОПП) растительных группировок 80%, а так же значительно разнообразнее по сравнению с другими зонами видовой состав растений. Бурьянистые группировки сложены от 8 до 15 видов (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика видового состава растений

Зона	Название растения, высота максимальная в зоне	Характеристика существующих условий
1	*Barbarea vulgaris* R.Br. – Сурепка обыкновенная (h 125 см)	Северная сторона склона, полутень, влажность выше, чем на южной стороне склона, но не сыро.
	Rubus idaeus L. – Малина обыкновенная (h 160 см)	
	Chelidonium majus L. – Чистотел обыкновенный (h 60 см)	
	Arctium tomentosum Mill. (Compositae) – Лопух паутинистый (h 60 см)	

Зона	Название растения, высота максимальная в зоне	Характеристика существующих условий
	Geranium pratense L. –Герань луговая (h 50 см)	
	Taraxacum officinale Wigg. – Одуванчик лекарственный (h 25-30 см)	
	Artemisia vulgaris –Полынь обыкновенная (h 82 см)	
	Dactylis glomerata – Ежа сборная (h 130 см)	
	Urtica dioica l. –Крапива двудомная (h 87 см)	
	Rumex confertus Willd –Щавель конский (h 87 см)	
2	*Artemisia vulgaris* – Полынь обыкновенная (h 130 см)	Южный склон, Более солнечно. Влажность хорошая, застой воды отсутствует, хороший дренаж.
	Trifolium repens L. –Клевер ползучий, или белый (h 10 см)	
	Geranium pratense L. – Герань луговая (h 40 см)	
	Urtica dioical –Крапива двудомная (h 75 см)	
	Taraxacum officinale Wigg. – Одуванчик лекарственный (h 20 см)	
	Malus baccata (L.) Borkh – Яблоня сибирская ягодная или сибирка (Ранетка) (h max 55 см)	
3	*Geranium pratense L.* – Герань луговая (h 40 см)	Северная сторона склона, солнечно, влажность хорошая, переувлажнения и застоя воды нет.
	Arctium tomentosum Mill. (Compositae) – Лопух паутинистый (h 55 см)	
	Taraxacum officinale Wigg. – Одуванчик лекарственны (h 35 см)	
	Artemisia vulgaris – Полынь обыкновенная (h 90 см)	
	Convolvulus arvensis L. –Вьюнок полевой (h 100 см)	
	Achillea millefolium L. – Тысячелистник обыкновенный (h 25 см)	
	Plantago major L. – Подорожник большой (обыкновенный) (h 10 см)	
	Elymus sibiricus – пырейник, элимус сибирский (волоснец), колосняк сибирский (h_{max} 50 см)	
	Rumex confertus Willd –Щавель конский (h 87 см)	
	Dactylis glomerata – Ежа сборная (h 110 см)	
	Barbarea vulgaris R.Br. – Сурепка обыкновенная (h 80 см)	
	Festuca pratensis – Овсяница луговая (h 10 см)	
	Urtica dioica l. – Крапива двудомная (h 60 см)	
4	*Artemisia vulgaris* – Полынь обыкновенная (h 96 см)	Южная сторона склона, солнечно, влажность хорошая, переувлажнения и застоя воды нет.
	Taraxacum officinale Wigg. – Одуванчик лекарственный (h 60 см)	
	Plantago major L. – Подорожник большой (обыкновенный) (h 22 см)	
	Rumex confertus Willd – Щавель конский (h 125 см)	
	Urtica dioica l. – Крапива двудомная (h 65 см)	
5	*Artemisia vulgaris* – Полынь обыкновенная (h 90 см)	Северная сторона склона, солнечно, световой режим оптимальный, влажность хорошая, переувлажнения и застоя воды нет.
	Dactylis glomerata - Ежа сборная (h 90 см)	
	Taraxacum officinale Wigg. – Одуванчик лекарственный (h125 см)	
	Arctium tomentosum Mill. (Compositae) – Лопух паутинистый (h 50 см)	
	Geranium pratense L. – Герань луговая (h 35 см)	
	Medicago sativa – Люцерна посевная (h 60 см)	

Зона	Название растения, высота максимальная в зоне	Характеристика существующих условий
	Trifolium repens L. – Клевер ползучий, или белый (h 15 см)	
	Elymus sibiricus – пырейник, элимус сибирский (волосянец), колосняк сибирский (h 30 см)	
6	*Chenopodium album* – Марь белая (h 20 см)	Южный склон, световой и водный режим оптимальный, застоя воды нет.
	Artemisia vulgaris – Полынь обыкновенная (h 27 см)	
	Taraxacum officinale Wigg. – Одуванчик лекарственный (h 20 см)	
	Dactylis glomerata – Ежа сборная (h 47 см)	
	Plantago major L. – Подорожник большой (обыкновенный) (h 3 см)	
7	*Chenopodium album* – Марь белая (hmax 10 см)	Восточный склон, шлак уплотнен, затенения нет.
	Taraxacum officinale Wigg. – Одуванчик лекарственный (h 12 см)	
	Artemisia vulgaris – Полынь обыкновенная (h 3 см)	
	Trifolium repens L. – Клевер ползучий, или белый (h 3 см)	
	Leucanthemum vulgare – Нивяник обыкновенный или Ромашка луговая (h 16 см).	

Зоны 2 – 4 – 6 модели имеют менее густой травостой, ОПП составляет 20-30 %. Высота травостоя неравномерная, изменяется от 3 до 125 см. Травостой маловидовой (5-6 видов). В зоне с 15-летним шлаком отмечено произрастание плодово-ягодной садовой культуры *Malus baccata* (Яблоня сибирская ягодная или сибирка), которая характеризуется как неприхотливая к почвам, светолюбивая и засухоустойчивая культура.

Растения, произрастающие на северном и южном склоне отвала, имеют хорошо облиственные крепкие стебли, хорошо развитые корневые системы, что характеризует высокую устойчивость растений данных группировок к экстремальным условиям, и многие из не требовательны к условиям обитания (таблица 2).

Таблица 2 –Требования к условиям обитания

Название растения	Требовательность к условиям обитания.
Barbarea vulgaris Сурепка обыкновенная	Не требовательна к условиям, предпочитает сырые местообитания, переносит полутень.
Rubus idaeus Малина обыкновенная	Корнеотпрысковый полукустарник, растет в сырых тенистых местах, переувлажнения не любит.
Chelidonium majus Чистотел обыкновенный	Предпочитает легкие удобренные почвы, светолюбив, выносит небольшую тень.
Arctium tomentosum Лопух паутинистый	Рудеральный вид, растет на богатых гумусом почвах и на мусорных местах.
Geranium pratense Герань луговая	Предпочитает рыхлые дренированные плодородные, кислые, слабокислые и нейтральные почвы.
Taraxacum officinale Одуванчик лекарственный	Предпочитает достаточное увлажнение и засоленность.
Artemisia vulgaris Полынь обыкновенная	Растение рудеральной флоры, светолюбиво, предпочитает богатые, среднеувлажненные рыхлые слабокислые почвы.
Dactylis glomerata Ежа сборная	Многолетний рыхлокустовой злак. Нетребователен к условиям, быстро растет, приживается на всех видах грунта, переносит тень и

Название растения	Требовательность к условиям обитания.
	слабое засоление; засухоустойчив, не переносит застой воды.
Urtica dioica Крапива двудомная	Многолетнее сорное растение. Неприхотливо, предпочитает почвы, обогащенные азотом.
Rumex confertus Щавель конский	Широко распространен, предпочитает кислые почвы.
Trifolium repens Клевер ползучий или белый	Неприхотливое растение, растет почти на любых почвах, влаголюбивое, светолюбивое, зимостойкое, хорошо развивающееся на почвах разного плодородия, с реакцией среды от кислой до щелочной.
Malus baccata (L.) Borkh Яблоня сибирская ягодная или сибирка (Ранетка)	Небольшое дерево, иногда кустарник. Не требовательна к почве, но на плодородной растёт лучше. Предпочитает глинистые, богатые питательными веществами садовые почвы, мирится с несильно засолёнными (каштановые) почвами, засухоустойчива, светолюбива, но молодая, вынесет небольшое затенение.
Convolvulus arvensis Вьюнок полевой	Растет на свежих супесчаных и суглинистых почвах.
Achillea millefolium Тысячелистник обыкновенный	Нетребователен к условиям, предпочитает легкие, достаточно плодородные и чистые от сорняков рыхлые почвы на свету или в полутени.
Plantago major Подорожник большой (обыкновенный)	Растет на различных почвах, совершенно неприхотлив, но предпочитает плодородные, среднего механического состава почвы, при достаточной влагообеспеченности.
Elymus sibiricus Пырейник, колосняк сибирский	Предпочитает рыхлые песчаные почвы, не выносит затенения, засухоустойчив, устойчив к произрастанию на засоленных почвах.
Festuca pratensis Овсяница луговая	Хорошо растет на богатых перегноем суглинистых и глинистых почвах и не удается на песчаных почвах, бедных азотом.
Medicago sativa Люцерна посевная	Влаголюбива, но переносит недостаток влаги, солнцелюбива, не переносит кислые почвы, предпочитает плодородные рыхлые, водопроницаемые супесчаные и суглинистые почвы, не выносит длительного затопления.
Chenopodium album Марь белая	Встречается на различных типах почв, но предпочитает физически спелые гумусные суглинистые почвы, богатые азотом, произрастает на почвах с pH 5,1-6,0.
Leucanthemum vulgare Нивяник обыкновенный, или Ромашка луговая.	Предпочитает открытые светлые участки, не слишком тяжелые, достаточно увлажненные, плодородные, хорошо удобренные, окультуренные на глубину 25-30 см и хорошо дренированные почвы.

У поселившихся на отвале растений имеется общая особенность – корневая система углубляется до самого нижнего горизонта, где сильно разветвляется, что связано, скорее всего, с наличием большого количества влаги. Признаков угнетения у растений нет, что проявляется на запасах растительного вещества, которое оценивалось по фитомассе (таблица 3). Количество фитомассы растительных группировок северного склона (зона 2) отвала почти в два раза больше, чем южного (зона 4). Скорее всего, это вызвано большим накоплением влаги на северном склоне, связанным с затенением данного участка. Испарение влаги на южном склоне связано с его более интенсивным прогреванием, что определяет интенсивное иссу-

шение верхних горизонтов. В глубине массива (на подошве отвала) содержание влаги выравнивается по всем зонам.

Таблица 3 – Количество фитомассы растительных группировок.

№ зона	Количество укосов	Количество зеленой фитомассы, г/м^2	Количество воздушно-сухой фитомассы, г/м^2
2	2	1900	1605
		680	420
4	2	940	715
		430	270

С целью определения ряда физико-химических параметров шлаков (pH среды, содержания гумуса, биофильных элементов (N, P, K), влажности, плотности) были заложены разрезы для забора проб на модели и один разрез фоновой территории ниже по рельефу на расстоянии от отвала около 50 метров [4, 5, 6, 7].

После вскрытия разреза обнаружили образование в лежалом шлаке 15-летней давности четыре хорошо определяемых горизонта, имеющих четкие границы и толщину, позволяющую произвести отбор проб обычным пробоотборником [4, 5, 6, 7].

На срезе первого разреза чётко просматривалось три горизонта собственно шлака и четвертый самый нижний горизонт видоизмененных серых лесных почв, на которые отваливался шлак. Пробы с разреза №1, расположенного в 1 и 2 зонах, маркировались 1-1, 1-2, 1-3, 1-4 в соответствии с порядком залегания горизонтов.

Вскрытие разреза № 2 в 5 и 6 зонах показало наличие всего двух четко определяемых горизонтов. Это вполне объяснимо возрастом шлаков в этом месте отвала – 1-7 лет. Пробы с разреза № 2 маркировались соответственно 2-1, 2-2.

Пробы с фоновых почв – К-1, К-2, К-3.

Определение pH проводилось с использованием Анализатора HI 98129 [9]. Подвижные формы биофильных элементов определялись: фосфор – по методу Кирсанова, калий – по методу Пейве, азот – методом Тюрина-Кононовой, гумус по Тюрину [1].

Таблица 4 – Физико-химические показатели.

№ пробы	Влажность, %	Плотность, г/см^3	Содержание биофильных элементов			Гумус, %	pH
			N, мг/100г	P_2O_5, мг/100г	K_2O, мг/100г		
1-1	23,5	4,78	2,1	5,0	9,2	0,6	7,7
1-2	16	4,02	2,8	7,0	7,7	1,49	8,24
1-3	22	4,02	2,8	7,5	7,3	5,01	7,55
1-4	19	5,4	1,6	4,6	4,6	0,6	7,91
2-1	15	6,4	1,7	7,5	9,2	0,98	7,91
2-2	31,5	4,21	1,4	7,5	4,6	4,6	8,07
К-1	–	–	3,5	3,5	9,2	2,41	–
К-2	–	–	2,8	3,0	5,7	0,72	–
К-3	–	–	3,0	2,5	7,7	2,17	–

Анализируя данные таблиц можно отметить следующее:

1. Пробы со всех шлаковых горизонтов модели имеют слабощелочную среду.

2. Территория под модель шлакового отвала специально не подготавливалась, шлак ссыпался на почвы, залегающие в данном районе. Почвы представлены остаточно-карбонатными серыми лесными почвами, для которых характерно неглубокое залегание карбонатов (выше 50 см), отсутствие или слабое оподзоливание, хорошо выраженная зернисто-ореховатая структура. На глубине 30-40 см залегает водоупорный слой глины, большой толщины (более 5 м). Данный слой глины способствует удержанию влаги в почве на определенной глубине, и накоплению гумуса в нижних горизонтах шлакового профиля [8].

3. Влажность в пробах 1-1, 1-2, 1-3 распределена закономерно. Данный участок со слежавшимся 15-летним шлаком имеет равномерный растительный покров из однолетних и многолетних растений. На поверхности имеется растительный опад, который способствует лучшему сохранению влаги в поверхностном слое (23,5 %). Горизонт 1-2 – горизонт вымывания, поэтому количество влаги немного меньше (16 %). Горизонт 1-3 является иллювиальным горизонтом вмывания, темного, почти черного цвета. Здесь находится наибольшее количество гумуса (5,01 %), что соответствует содержанию гумуса в полноценных серых лесных почвах. Следовательно, в отличие от типичных естественных почв, процесс накопления гумуса в шлаке идет не в верхнем горизонте, лежащем под слоем растительного опада, а в том, который лежит на слое фоновых серых лесных почв. Вероятнее всего это связано с тем, что частицы шлака не связывают органические кислоты, и они вымываются в нижнюю часть отвала. Это предположение подтверждается содержанием влаги в пробах второго шурфа. В пробе 2-1 влажность 15 %, тогда как в горизонте, который лежит на поверхности почвы в подошве отвала влажность составляет 31,5 %. Содержание гумуса здесь распределено с такой же закономерностью, как в пробах первого шурфа. В горизонте 2-2 лежащем на почве содержание гумуса высокое – 4,6 %, несмотря на то, что шлак на этом участке отвала довольно «молодой» – 3-7 лет. На этом участке генетические горизонты не выделены.

3. Плотность шлака чрезвычайно высокая и варьируется в пределах 4,02-6,4 г/см^3. Скорее всего, это произошло за счет того, что мелкие частицы шлака вымылись за 15 лет, а крупные сильно слежались.

4. Содержание питательных элементов низкое и среднее: общего азота в горизонте 1-1 – 5,0 мг/100 г, подвижного фосфора – 5,0-7,5 мг/100 г, подвижного калия – 4,6-9,2 мг/100 г. Возможно, поселившийся на склонах белый клевер, со временем и восполнит нехватку почвенного азота. Впоследствии, с постепенным накоплением органических веществ, будет увеличиваться и содержание фосфора с калием.

5. Все растения, поселившиеся на отвале, зимостойкие и предпочитают почвы с pH близкой к нейтральной или слабощелочной; светлые, ли-

бо слегка затененные территории; увлажненные почвы, но без избытка влаги; тяжелые почвы с большим содержанием гумуса.

Заключение.

Несмотря на незначительные темпы почвообразования на начальном этапе, к 15-летнему возрасту угольные шлаки достигают немногим более 10 % морфологической зрелости фоновых почв, поэтому ожидать полного природного восстановления нарушенного почвенного покрова в очень короткие сроки не приходится, но растения заселяют их довольно охотно.

Уровень функционирования образующихся на шлаках молодых почв позволяет создавать довольно значительную продукцию фитоценозов, интенсивно преобразовывать субстрат. Почвы техногенных ландшафтов уже в 15-летнем возрасте устойчиво выполняют главные экосистемные функции: разложение органического вещества, депонирование элементов-биофилов и др. Кроме того, они, в сочетании с хорошим задернением, в значительной степени снижают интенсивность денудационных процессов. Поэтому управление природным воспроизводством почв, как незаменимым компонентом регенерационных геосистем, обязательно должно быть составной частью мероприятий по экологической реабилитации постпромышленных ландшафтов и улиц.

Библиографический список

1. Агрохимические методы исследования почв. – М.: Изд-во Наука, 1965. – 432с.
2. Тарчевский В.В. Биологические методы консервации золоотвалов тепловых электростанций Урала // Растения и промышленная среда: Сб. науч. Тр. Каф. Ботаники. Свердловск, 1964. с. 70-115.
3. Уманова Н.Е., Филимонова Е.И., Махнев А.К. Особенности самозарастани золоотвала Рефтинской ГРЭС // Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных земель. Екатеринбург, 2007. – с. 649 – 665.
4. ГОСТ 17.4.3.01 – 83 (СТ СЭВ 3847 – 82). Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб.
5. ГОСТ 17.4.02 – 84. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа.
6. ГОСТ 28168 – 89. Почвы. Отбор почв.
7. Макаренко Т.В., Воробьева Е.В. Пробоотбор в химико-экологическом мониторинге. Практическое пособие/ Гомельский государственный университет, Гомель – 2004. – с. 59.
8. Методические указании по агрохимическому обследованию почв с.-х. угодий /ЦИНАО. – М., 1982. – 157 с.
9. Определение содержания водородных ионов и минеральных солей в водных растворах и отходах производства. [Текст]: метод. указ./ Сост.: А.С. Михайленко, Е.П. Волынкина; СибГИУ. – Новокузнецк, 2009. – 16 с.

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 658.567.1

О СОЗДАНИИ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССА СЭР МИНИ-ЗАВОДОВ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЫЛЕВИДНЫХ РУД И ОТХОДОВ

Цымбал В.П., Мочалов С.П., Рыбушкин А.А., Суздальцев Е.В.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Традиционная металлургия полного цикла находится в достаточно сложном положении из-за гигантизма, многозвенности, больших энергетических и материальных затрат. Поэтому ожидать крупномасштабных инвестиций для строительства традиционных металлургических заводов полного цикла вряд ли возможно. Реконструкция традиционных заводов полного цикла, таких как Запсиб, требует очень больших капитальных вложений порядка 700-800 долларов на тонну годовой производительности.

Российская металлургия в связи с укрупнениями и поглощениями заводов, произошедшими перед началом кризиса, нацелена главным образом на альянс с приобретенными зарубежными предприятиями. Главной целью крупных собственников металлургических предприятий является повышение капитализации, при этом некоторые российские заводы оказались по существу подсобными предприятиями зарубежных заводов. Особенно это касается металлургии Новокузнецка.

В конечном итоге это привело к монополизму и диктату цен, что снижает эффективность работы отраслей, потребляющих металл. Как было отмечено на совещании с металлургами и потребителями металла, проведенном премьер министром В.В. Путиным в июле 2010 года, металлурги не выпускают нужного потребителям металла по многим позициям и его приходится ввозить из-за рубежа.

В тоже время в Китае, примерно половина металлургии является региональной. Она не связана с крупными мировыми металлургическими монстрами и решает главным образом задачи регионов. При этом эффективность этой металлургии значительно выше в связи с меньшими перевозками, как сырья, так и готовой продукции. Реальным направлением развития восточных районов страны является создание региональной металлургии и в России. К этой мысли постепенно приходят потребители металла.

Некоторые российские металлургические заводы, в том числе в Новокузнецке, находятся в очень сложном положении. В то же время на этих заводах накоплено огромное количество металлосодержащих отходов с большим содержанием железа (нередко даже большим, чем в добываемой руде). Переработка этих отходов и может стать главном звеном повышения рентабельности и постепенной реконструкции таких заводов. Ряд зарубежных заводов такого типа добились статуса реконструируемых, запланировав строительство внутри себя мини-заводов. Но их развитие сдерживается растущим дефицитом оборотного лома, цен на него, а также накоплением в нем неокисляемых примесей.

На основе жидкофазного струйно-эмульсионного процесса прямого восстановления появляется возможность создавать мини-заводы нового типа, с полным циклом производства – от руды (шлама) до готовой продукции, без использования оборотного лома.

В 1996-97 годах был разработан проект размещения двух агрегатов типа СЭР на освободившихся площадях цеха изложниц Запсиба, в 2000 году совместно с “Сибэлектротермом” началось проектирование пилотного образца, но в 2001году финансирование было прекращено

За это время могло быть переработано порядка 4 миллионов тонн отходов (шлама, омазученной окалины, графита и др.).

Возвращение к реализации этого проекта может стать этапной ступенью для диверсификации производства и даже для повышения капитализации Запсиба.

Коллективом ученых, проектировщиков и производственников, объединенных в виде научно-инновационной фирмы «Синергетис», входящей в структуру Сибирского государственного индустриального университета на правах юридического лица, разработан новый струйно-эмульсионный металлургический процесс, отличающийся высокой скоростью протекания физико-химических процессов, малым удельным объемом агрегатов (в 10-15 раз меньшим, чем известные), малыми энергозатратами (в 1,5 раза меньше), малыми капитальными затратами (в 2-3 раза меньше).

Процесс полностью замкнут от атмосферы. При реализации, например, технологий прямого восстановления металлов отходящий газ может превращаться в энергетический или синтез-газ, таким образом, процесс может быть полностью бездымным.

Важным преимуществом процесса является возможность прямой переработки пылевидных материалов, т.е. исключение стадии окомкования, (агломерационного и коксохимического производств), так как процесс находится в газофазной области. Это позволяет использовать большую реакционную поверхность исходных пылевидных материалов, и это одна из причин, почему агрегат имеет очень малый удельный объем.

С учетом отмеченных преимуществ этот процесс является наиболее приемлемым для переработки пылевидных металлосодержащих отходов, поскольку позволяет восстанавливать металл прямым путем,

без промежуточных стадий, экологически чистым способом, с низкими энергетическими и материальными затратами.

Если учесть, что агрегат одновременно является и водогрейным котлом, так как работает на гарнисажном охлаждении (рисунок 1), а газ может быть утилизирован в паровых или в газовых турбинах, то такие агрегаты могут быть сделаны энергонезависимыми и даже мобильными, что открывает возможность для освоения новых малообжитых районов.

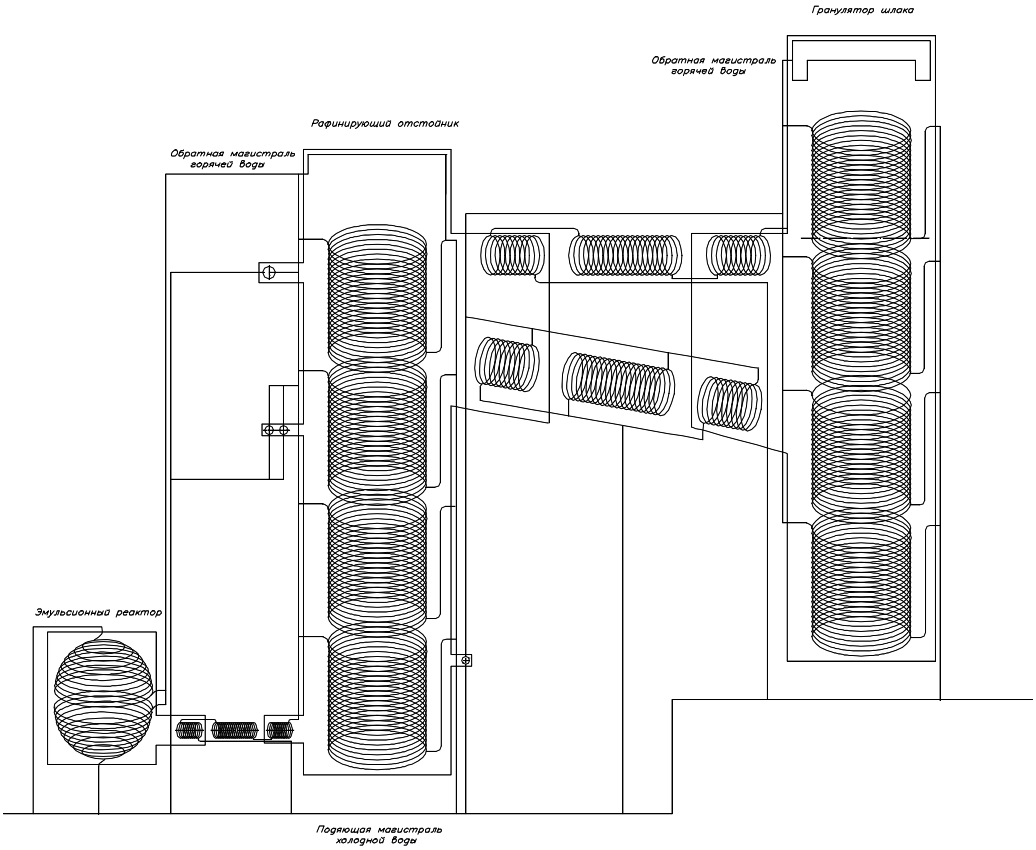


Рисунок 1 – Система гарнисажного охлаждения агрегата СЭР

Для ускорения реализации предлагаемой разработки необходимо:

1. Создание совместно с заводом “Сибэлектротерм” пилотного мини-модуля и отработка на нем новых технологий, а затем изготовление типового мини-модуля производительностью 30 тысяч тонн в год для литейных цехов машиностроительных заводов и типового модуля производительностью 250-300 тысяч тонн. На основе этих модулей планируется создание металлургических мини-заводов опережающего научно-технического уровня с полным циклом производства от руды (или пылевидных отходов) до готового металла без использования дорогостоящего и дефицитного металлолома, в котором растет содержание вредных примесей, ограничивающих возможность получения ряда марок стали.

2. Создание, например, в Новокузнецке проектно-инженерного центра и производственной базы для строительства и комплектации металлургических мини-заводов «под ключ». Пока такая возможность

имеется, поскольку в Новокузнецке еще сохранились группы проектировщиков бывшего Сибгипромеза и других проектных институтов.

Реализация этой программы может осуществляться поэтапно, не требует больших единичных инвестиций и отличается достаточно быстрой окупаемостью. Благодаря высокой наукоемкости агрегаты имеют небольшие размеры, что позволяет создавать даже мобильные энергометаллургические установки, не требующие подвода электрической энергии. Возможен также вариант использования этих агрегатов как газификаторов угля путем его сжигания в шлаковом слое с получением энергетического или синтез-газа с одновременным получением металла (обогащенного легирующими и редкоземельными элементами) из золы.

Новый непрерывный металлургический процесс и агрегат разрабатывался по классическому варианту современных наукоемких технологий: концептуально-теоретическая постановка задачи; создание физико-химических и математических моделей, методик и систем инженерных расчётов технологических и конструктивных параметров; физическое моделирование; испытание отдельных элементов процесса и агрегата в производственных условиях; проектирование и строительство опытной крупно-масштабной установки с автоматизированным экспериментом для отработки различных вариантов технологий.

При разработке процесса и агрегата были использованы основные идеи теории самоорганизации [1,2], результаты исследования кинетических, гидродинамических и термодинамических закономерностей сталеплавильных реакций и процессов [3], теория газовых струй и свойства двухфазных течений [4], результаты математического моделирования и оптимизации сталеплавильных процессов, дополненные рядом оригинальных конструктивных и технологических решений [5]. Большую роль в развитии этих идей сыграла Брюссельская школа под руководством И. Пригожина.

Процесс отладки технологии и элементов конструкции агрегата осуществлялся в 1992-2001 годах на опытной установке, которая была смонтирована на свободных площадях конверторного цеха Запсиба.

Перспективные направления по применению процессов и агрегатов типа СЭР обоснованы исходя из указанных выше преимуществ. В качестве основных, направленных на решение задач структурных изменений в металлургии, выделим следующие.

Создание мини-заводов новой структуры в виде независимых друг от друга и параллельно работающих типовых технологических модулей вместо последовательности крупных агрегатов многозвенного металлургического передела. Технологическая схема модуля приведена на рисунке 2, а варианты планирования таких технологических модулей в сопоставлении со структурой традиционного металлургического завода представлены на рисунок 3.

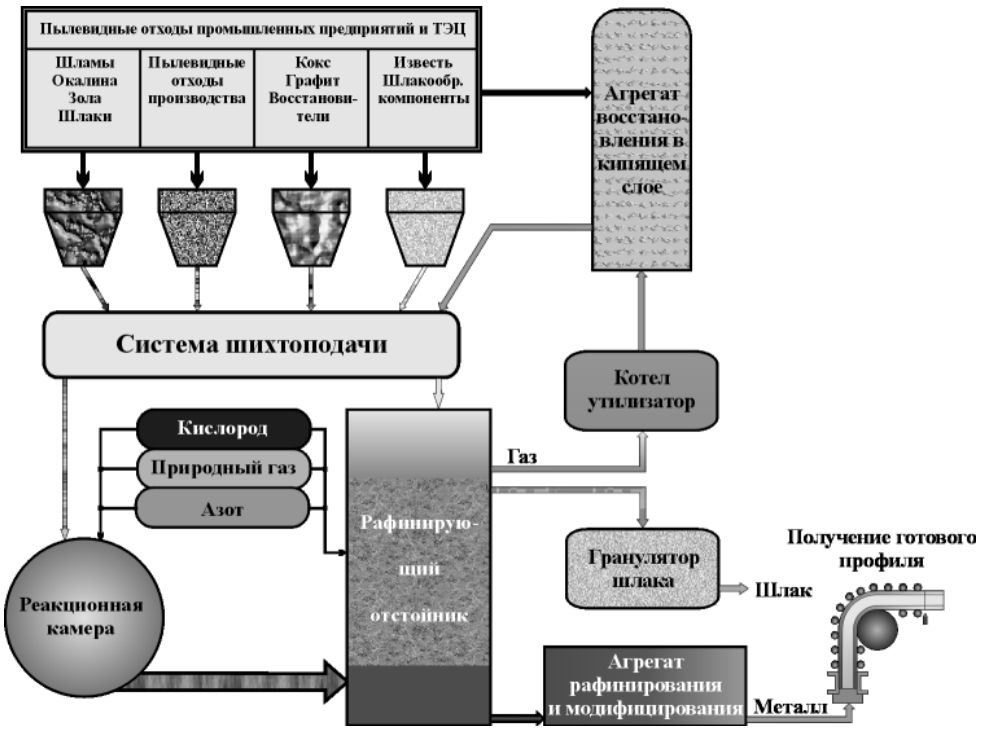


Рисунок 2 – Технологическая схема модуля

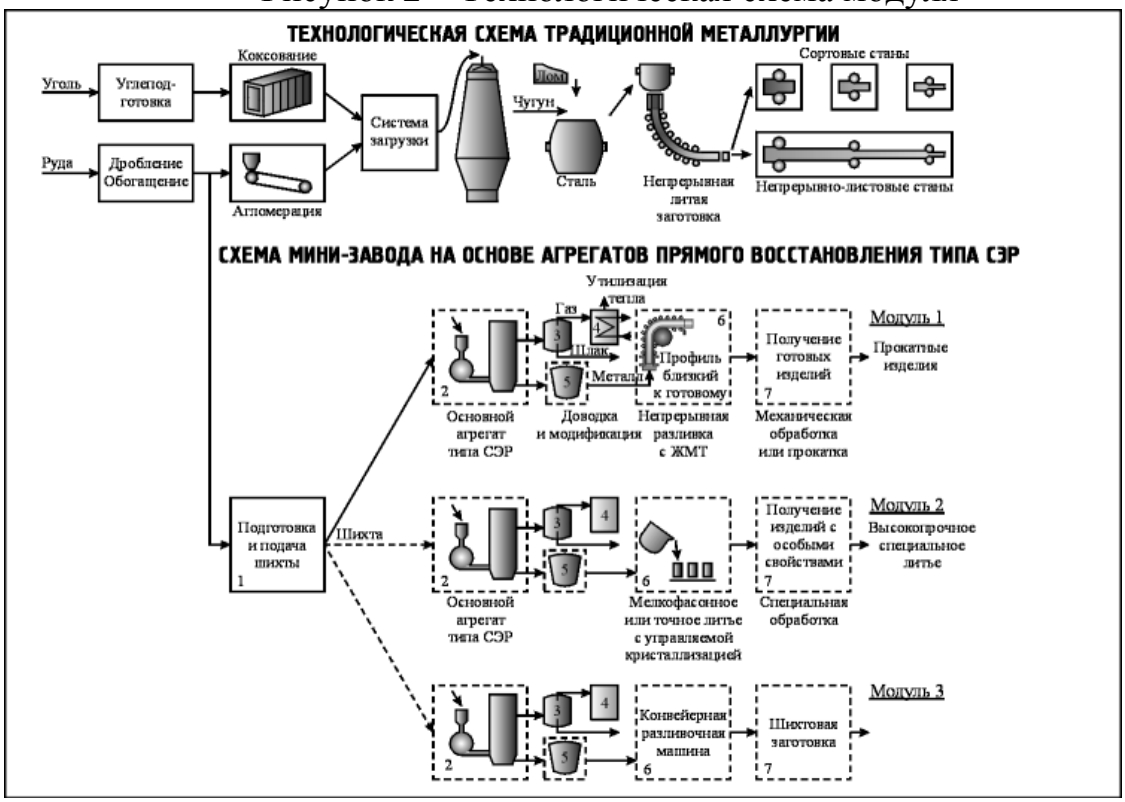


Рисунок 3 – Сравнение технологий

Реализация принципа непрерывности исключает необходимость в тяжелом сменном оборудовании (сталеразливочных ковшах, мостовых кранах большой грузоподъемности, тяжелых фундаментах и т.д.). Агрегаты могут быть размещены в относительно легких зданиях, что позволяет быстро окупить вложенные средства. Модули могут работать независимо друг от друга и останавливаться в течение нескольких минут. Можно предложить три вида модулей.

1. ***Технологический мини-комплекс*** (см. модуль 1 на рисунке 3) производительностью 250-300 тысяч тонн жидкого металла в год, включающий агрегат типа СЭР в составе двух последовательных реакторов, шлакоприемник или гранулятора шлака, агрегат доводки, агрегат совмещенной разливки с прокаткой или непрерывной вытяжки готовых профилей. В качестве последнего, например, предполагается использовать разработки и изобретения группы ученых Института теоретической и прикладной механики СО РАН г. Новосибирск, в которых используется принцип вертикальной непрерывной разливки (вытяжки) с использованием жидкометаллических теплоносителей, позволяющих в 15-20 раз повысить скорость кристаллизации. Проблема здесь заключается в выборе и точном поддержании скорости вытяжки металла с учетом скорости затвердевания и обеспечения циркуляции жидкометаллического теплоносителя.

2. ***В качестве второго варианта*** (модуль 2 на рисунок 3) может быть рассмотрена подобная же технологическая схема прямого получения жидкого металла, но с выходом на суспензионную разливку и объемную кристаллизацию с получением, например, мелкофасонного точного литья. *Реализация этого направлении может изменить отношение к литым изделиям.* Введение ультрадисперсных тугоплавких модификаторов в оптимальных количествах позволяет управлять количеством зародышей и размером кристаллов в рамках объемной кристаллизации, что позволяет получить прочностные свойства для литых изделий не уступающие аналогичным свойствам изделий из прокатного металла [6].

Следует попутно заметить, что полученный нами методом прямого восстановления на опытной установке (пока в небольших количествах) металл обладает интересными (пока мало изученными) свойствами. В частности, он очень трудно поддается механической обработке, очень трудно режется как механическими, так и газовыми резаками. Это, по-видимому, можно объяснить тем, что он не прошел через окислительные стадии обработки, самораскислен и даже модифицирован сверхравновесным содержанием углерода, но эти предположения требуют обстоятельного изучения. В случае подтверждения этих свойств и гипотез открываются интересные возможности для получения изделий с новыми свойствами, особенно в сочетании с возможностью прямого легирования.

3. ***Для машиностроительных заводов*** возможным и целесообразным вариантом технологических схем является получение в агрегатах типа СЭР жидкого полупродукта или твердой шихтовой заготовки (модуль 3 на рис.3) с последующей доработкой его в существующих на этих заводах дуговых или индукционных печах. Металлургическое производство на многих российских (и в странах СНГ) машиностроительных заводах находится в устаревшем виде. Предлагаемые разработки открывают возможность создания собственной мини-металлургии “полного цикла”, т.е. без использования лома, цены на который неуклонно растут. При этом одновременно решаются задачи получения первородного металла, без неокисляемых

примесей (меди и никеля), а также использования пылевидных металлосодержащих отходов (окалины, шламов, мелкой стружки и др.).

4. ***Комплексная, практически безотходная переработка титаномагнетитовых руд*****,** огромные запасы которых имеются на Урале, в Западной и Восточной Сибири, в то время как половина сырья для титановой промышленности ввозится на Урал с Украины. В доменных печах пока осуществляется лишь небольшая подшихтовка такими рудами из-за опасности получения вязких гетерогенных шлаков.

На опытной установке показана принципиальная возможность реализации технологи переработки титаномагнетитового концентрата в агрегате тип СЭР с разделением железосодержащей и титаносодержащей составляющих [7] . Это достигается благодаря тому, что процесс в агрегате типа СЭР находится в газофазной области, а шлак взвешен в верхней части рафинирующего отстойника и может выпускаться с любого уровня по высоте агрегата с обеспечением оптимального (с точки зрения текучести шлака) содержания оксидов железа и титана. Эта весьма важная как для черной, так и для цветной металлургии задача заслуживает отдельного рассмотрения.

В заключение следует отметить, что переструктуризация металлургии может идти и по пути производства металлизированных окатышей или брикетов методом прямого восстановления и получения металла в электросталеплавильных печах. Такие технологические схемы в последние годы уже получили достаточное развитие. Однако, строительство таких установок требует больших капитальных затрат и здесь реализуется традиционная для металлургии схема: дробление сырья – обогащение – окомкование – плавка, которая находится в противоречии с принципами глобальной экологии – минимизации энтропии.

Более эффективный путь – непосредственное получение металла из пылевидных материалов, что резко уменьшает размеры агрегатов, капитальные и энергетические затраты

Библиографический список

1. Николис Г., Пригожин И. Самоорганизация в неравновесных системах. М.: Мир, 1979. – 512 с.
2. Хакен Г. Синергетика. М.: Мир, 1980. – 406 с, ил.
3. Цымбал В.П., Мочалов С.П., Калашников С.Н. Модели и механизмы самоорганизации в технике и технологиях. В 3-х.: Ч. III. Примеры реализации идей и принципов синергетики: Уч. пособие / Под редакцией В.П. Цымбала. СибГИУ – Новокузнецк, 2005. – 264 с.
4. Накоряков В.Е., Покусаев Б.Г., Шрейбер И.Р. Волоновая динамика газо- и парожидкосткостных сред. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 248 с.
5. Цымбал В.П. Математическое моделирование сложных систем в металлургии: Учебник для вузов. Москва – Кемерово: Издательское

объединение “Российские университеты ”, 2006. – 430 с.
6. Сабуров В.П. Модифицирование сталей и сплавов дисперсными инокуляторами /В.П.Сабуров, Е.Н.Еремин, А.Н.Черепанов, Г.Н.Миннеханов.-Омск:Изд-во ОмГТУ, 2002. – 212 с.
7. Пат. 2272849 Россия С1. Способ получения металлов из рудных материалов и агрегат для его осуществления / В.П. Цымбал, С.П. Мочалов.- 2004122183/02; Заявлено 19.7.2004; Опубл. 27.3.2006, Бюллетень РСТ, Бюл. 9; Приоритет 19.7.2004. – 12 с.: ил.

УДК 658.567.1:669.1

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ РАЗДЕЛЕНИЯ И ОБОГАЩЕНИЯ ОТХОДОВ ШЛАМОНАКОПИТЕЛЯ ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» ГРАВИТАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Зоря В.Н., Волынкина Е.П.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

В связи с постепенным истощением запасов ряда природных полезных ископаемых, с одной стороны, и накоплением огромного количества отходов, содержащих ценные полезные компоненты, с другой, все большую актуальность приобретает проблема разработки так называемых техногенных месторождений. Техногенные месторождения представляют собой техногенные образования на поверхности Земли по количеству и качеству содержащегося в них минерального сырья пригодные для промышленного использования в настоящее время или в будущем по мере развития науки и техники и изменения экономических условий [1]. К техногенным месторождениям могут быть отнесены отвалы горнодобывающих предприятий, хвостохранилища обогатительных фабрик, золошлаковые отвалы топливно-энергетического комплекса, шлаковые отвалы и шламонакопители металлургических и химических предприятий.

Шламонакопитель ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» является комплексным техногенным образованием, на территории которого с 1964 г. размещаются отходы различного происхождения, существенно различающиеся по химическому, минералогическому и гранулометрическому составу, плотности и другим свойствам. Общая площадь шламонакопителя составляет 285 га, высота ограждающей дамбы – 40 м. Ежегодно в шламонакопитель гидротранспортом направляется около 2 млн. т отходов. Основную часть отходов (75,8 %) составляют отходы углеобогащения (смесь породы отсадочных машин и хвостов флотации) углеобогатительной фабрики комбината и соседней ЦОФ «Кузнецкая», 20 % – золошлаковые отходы от сжигания углей на ТЭС и 3,6 % – железосодержащие шламы конвертерного, доменного и литейного цехов. Кроме

этого, в дамбу шламонакопителя ежегодно укладывается до 650 тыс. т металлосодержащего конвертерного шлака.

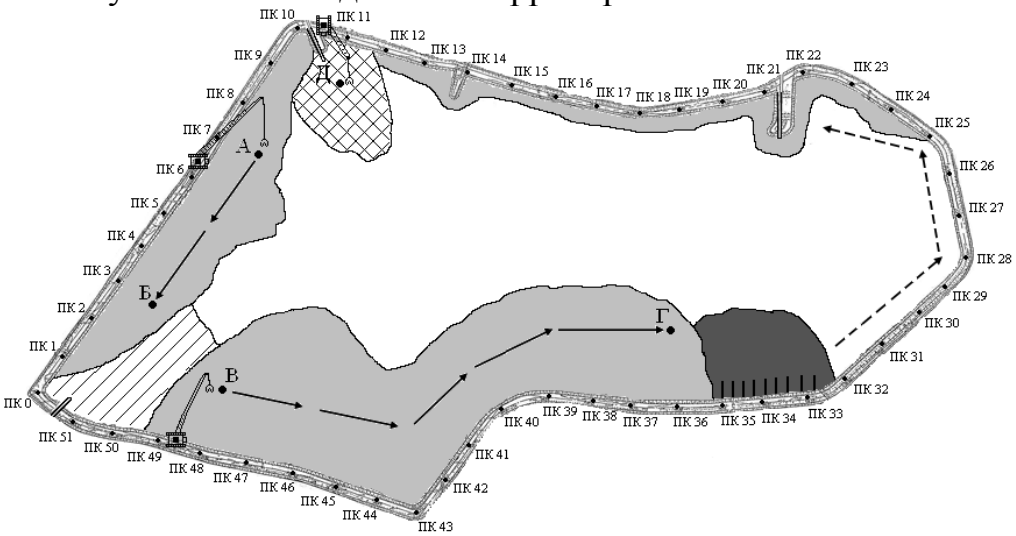
В связи с окончанием срока эксплуатации в 2013 г. шламонакопитель из разряда действующих техногенных образований переходит в категорию перспективных техногенных месторождений с запасами свыше 80 млн. т железосодержащих, органических и инертных алюмосиликатных техногенных материалов. Поэтому актуальной является разработка технологии разделения накопленных отходов на пригодные для последующей переработки виды техногенного сырья.

Техногенное месторождение на территории шламонакопителя формируется под влиянием следующих факторов [2]:

- места расположения выпусков пульпопроводов;
- сегрегационное разделение частиц по крупности и плотности;
- гидравлический режим работы пруда первичного отстаивания.

В результате комплексного воздействия перечисленных факторов на территории шламонакопителя произошло частичное саморазделение (сегрегация) и самообогащение складируемых отходов. Кроме этого, в результате использования в последние годы технологии кольцевого намыва пляжей путем поочередной переустановки пульповыпусков

по периметру шламонакопителя сформированы обезвоженные участки шириной от 15 до 45 м, пригодные для разработки уже в настоящее время благодаря естественной фильтрации материала. На рисунке 1 представлена схема шламонакопителя, включающая намытые пляжи и предлагаемую схему выемки отходов с их территории.



▨ пляж, намытый из шлака и золы ЗС ТЭЦ и флотохвостов ЦОФ «Кузнецкая»; □ пляж намытый из отходов углеобогащения УОЦ «КХП» и ЦОФ « Кузнецкая»; ■ область, намываемая из отходов углеобогащения в данный момент; ⊠ пляж, намытый из железосодержащих отходов; 🎞 область, из которой следует начать выемку отходов; ⟶ направление дальнейшей выемки отходов; ⇢ направление дальнейшего намыва пляжей.

Рисунок 1 – Схема шламонакопителя ОАО «ЗСМК».

Выемку отходов для последующей переработки целесообразно осуществлять с территории намытых пляжей в районе пикетов №№ 11-12 (железосодержащие шламы), №№ 1-10 и №№ 36-49 (отходы углеобогащения). Железосодержащие отходы при условии достаточно высокого содержания основного ценного компонента – железа являются ценным техногенным сырьем для черной металлургии, а отходы углеобогащения при достаточно высоком содержании органической части являются перспективным вторичным топливом. Однако полученное сырье и топливо будет иметь технологическую и рыночную ценность только при условии достаточно высокого качества, удовлетворяющего требованиям потенциальных потребителей. Поэтому важной технической задачей при разработке шламонакопителя является разделение смеси отходов углеобогащения и железосодержащих шламов с получением ценных товарных продуктов и выбор оптимального для условий шламонакопителя способа обогащения. Первоочередной задачей при этом является выделение из накопленной смеси отходов наиболее ценного железистого концентрата, т.е. обогащение отходов по железу.

Для разделения отходов обычно используют традиционные методы сепарации, используемые при обогащении природного сырья, наиболее распространенными из которых являются гравитационные и магнитные методы. При этом гравитационный метод широко используют при обогащении угля, руд и нерудных материалов. Гравитационные методы обогащения основаны на различиях в плотности и крупности разделяемых частиц, которые определяют скорость движения этих частиц в воде, тяжелых жидкостях или воздухе [3]. Оптимальная крупность частиц при гравитационном обогащении составляет 0,5-10 мм, а минимальная разница в плотности минералов – около 1 000 кг/м^3.

В таблице 1 представлена характеристикаосновных видов отходов, направляемых в шламонакопитель ОАО «ЗСМК».

Таблица 1 – Характеристика отходов шламонакопителя ОАО «ЗСМК»

Наименование отхода	Плотность, кг/м^3	Крупность частиц, мм	Химический состав, %
Отходы углеобогащения			
Порода отсадочных машин	2650	Менее 40 мм	SiO_2 – 20–60; Al_2O_3 – 4–18; CaO – 2–4; Fe_2O_3 – 4–5; MgO – 0,8–1,7; MnO – 0,2; S – 0,4; P_2O_5 – 0,07; п.п.п. – 10–30
Хвосты флотации	1600	Менее 3 мм	
Отходы от сжигания угля			
Шлак ТЭЦ	2000	Менее 40 мм	SiO_2 – 56; Al_2O_3 – 19;Fe_2O_3 – 16; S – 0,01; CaO – 3; MgO – 0,7; MnO – 0,2; п.п.п. – 0–2
Золоунос	2200	Менее 85 мкм	
Железосодержащие отходы			
Доменные шламы	2700	Менее 1 мм	SiO_2 – 6,4-7,0; CaO – 3,3-3,9; MgO – 2,0-2,0; $A1_2O_3$ – 2,9-3,4; S – 0,2-0,5; Mn – 0,3-0,4; FeO – 7,6-9,7; Fe_2O_3 – 41,8-60,0; P – 0,10-0,12; п.п.п. – 11,5-27,7
Конвертерные шламы	3500	Менее 3 мм	SiO_2 – 1,5; CaO – 20,6; MgO – 0,36; $A1_2O_3$ – 0,12; S – 0,2; Mn – 0,74; FeO – 4,69; Fe_2O_3 – 53,7; P – 0,15; п.п.п. – 16,57

Приведенные данные показывают, что использование гравитационных методов сепарации целесообразно для разделения хвостов флотации углей и железосодержащих шламов, разница в плотности которых составляет 1100-1900 кг/м^3, а крупность частиц – менее 1-3 мм. Эффективность применения методов гравитационной сепарации определяется коэффициентом равнопадаемости, который представляет собой отношение диаметра зерна лёгкого материала к диаметру зерна тяжёлого материала, при котором они падают одновременно при данных условиях свободного падения. Коэффициент равнопадаемости рассчитывается по формуле [4]:

$$К_р = \frac{d_1}{d_2} = \frac{с_2 - с_с}{с_1 - с_с}$$

где:

d_1, d_2 – размер легких и тяжелых частиц соответственно, имеющих одинаковую гидравлическую крупность (скорость падения),

ρ_1 и ρ_2 – плотность легких и тяжелых частиц,

ρ_c – плотность среды.

Для успешного проведения гравитационной сепарации необходимо, чтобы $К_р > 2$. При этом для эффективного гравитационного обогащения полезных ископаемых предельные значения крупности частиц должны иметь соотношения не больше коэффициента равнопадаемости.

Расчеты, выполненные на основе значений плотности отходов для водной среды, показали, что при разделении конвертерных шламов и хвостов флотации угля $К_р$ составляет 4,2, для доменных шламов и хвостов флотации угля – 2,8, а для доменных и конвертерных шламов – 1,5. Таким образом, следует ожидать, что гравитационная сепарация будет мало эффективна при разделении доменных и конвертерных шламов, но достаточно эффективна при разделении мелкодисперсных угле- и железосодержащих отходов.

Проведены исследования обогащения проб мелкодисперсных шламов, отобранных с поверхности шламонакопителя в районе пикетов №№ 5-6 (проба 1) и 11-12 (проба 2), методами мокрой гравитационной сепарации. Данные о химическом и гранулометрическом составе исследованных отходов представлены в табл. 2.

Таблица 2 – Химический состав отходов

Номер пробы	Содержание, %				
	Fe	C	SiO_2	Al_2O_3	CaO
№1	4,2	31,0	36,3	16,2	2,5
№2	38,2	14,2	6,1	2,1	5,1

Приведенные данные показывают, что проба 1 по своему химическому и гранулометрическому составу соответствует углесодержащему шламу (хвосты флотации угля), а проба 2 – железосодержащему шламу (смесь доменных и конвертерных шламов).

Гравитационные центробежные сепараторы фирмы KnelsonConcentrators (Канада) получили широкое распространение для по-

лучения товарного продукта из труднобогатимого сырья, а также из текущих и накопленных отходов производства [5]. Концентратор Кнельсона представляет собой центробежный аппарат с гидродинамическим разрыхлением центрифугируемого материала. Концентратор состоит из конического перфорированного ротора, на внутренней поверхности которого имеются рифли, образующие кольцевые канавки с отверстиями под углом к касательной, емкости для промывной воды, устройствами для подачи исходного материала и приема продуктов обогащения. Пульпа поступает в сосуд через осевую питающую трубу и течет вверх и наружу по рифлям. Легкие частички уходят в хвосты, а тяжелые собираются позади рифлей. Уплотнение частичек предотвращается водой, подаваемой из наружного кожуха через серию отверстий в роторе. Вода эффективно разрыхляет слой тяжелых частичек, что позволяет вращаться с более высокой скоростью. Сепаратор сочетает центробежную силу и обратное давление вводимой воды. Особенностью лабораторной установки является точное моделирование промышленного процесса обогащения с возможностью подбора основных технологических параметров и получением опытных партий концентрата.

Эффективность сепарации оценивали по степени извлечения двух компонентов – железа $Fe_{общ.}$ и углерода С, который определяли по формуле [5]:

$$e_{п} = \frac{г \cdot в}{б},$$

где $\varepsilon_п$ – степень извлечения компонента в концентрат;

γ – выход концентрата;

β – содержание компонента в концентрате;

α – содержание компонента в исходном продукте.

В табл. 3 представлены результаты эксперимента.

Таблица 3 – Результаты эксперимента по гравитационной сепарации отходов шламонакопителя ОАО «ЗСМК» в концентраторе Кнельсона

Номер пробы	$Fe_{общ}$			С		
	α/β, %	γ, %	$\varepsilon_п$, %	α/β, %	γ, %	$\varepsilon_п$, %
№1	4,2/9,0	40,0	85,4	31,0/19,6	40,0	25,3
№2	38,2/33,2	25,0	21,7	14,2/22,5	25,0	39,6

В результате экспериментов установлено, что при обогащении углесодержащего шлама (проба №1) в концентрате, выход которого составил 40 %, содержание железа возросло более, чем в 2 раза – с 4,2 до 9,0 %, а степень его извлечения составила 85,4 %. При этом содержание углерода в полученном продукте снизилось с 31,0 до 19,6 %, а степень его извлечения из исходного сырья составила всего лишь 25,3 %. При обогащении железосодержащего шлама (проба №2) содержание железа в полученном концентрате снизилось с 38,2 до 33,2 %, а степень его извлечения из исходного сырья составила всего лишь 21,7 %. В то же время в полученном продукте

возросло содержание углерода – с 14,2 до 22,5 % при степени его извлечения 39,6 %. Таким образом, полученные результаты подтвердили выводы, сделанные выше на основе расчетов.

Низкая эффективность разделения железосодержащих шламов помимо малой разницы в их плотности связана еще и с их тонким грансоставом. Опыт использования концентратора Кнельсона для обогащения руд благородных металлов показывает, что данным способом эффективно извлекаются относительно крупные зерна минералов благородных металлов: зерна более 70 мкм извлекаются полностью, зерна крупностью 30-70 мкм извлекаются частично, а зерна крупностью менее 30 мкм практически не извлекаются [6]. Это связано с тем, что скорость осаждения мелких зерен в центробежном поле концентратора ниже скорости восходящего потока воды, разрыхляющего материал, поэтому они не улавливаются.

Приведенные в табл. 4 данные показывают, что углесодержащий шлам характеризуется значительно более крупнодисперсным составом, чем железосодержащий: средний медианный размер частиц пробы №1 составил 1,33 мм, а пробы №2 – 0,19 мм. Суммарное содержание наиболее тонких фракций крупностью менее 32 мкм, которые могут полностью не улавливаться в концентраторе Кнельсона, составило в железосодержащем шламе 39,3 %, содержание частиц крупностью от 32 до 63 мкм, которые извлекаются лишь частично – 32,7 %, а содержание частиц крупностью свыше 63 мкм, которые могут эффективно разделяться – лишь 28 %. В то же время, в углесодержащем шламе содержание таких частиц составило 90,7 %.

Таблица 4 – Гранулометрический состав отходов

Номер пробы	Средний медианный размер частиц, мм	Гранулометрический состав, % по фракциям, мм												
		>2,5	1,6-2,5	1,0-1,6	0,63-1,0	0,315-0,63	0,16-0,315	0,1-0,16	0,063-0,10	0,05-0,063	0,032-0,050	0,016-0,032	0,008-0,016	<0,008
№1	1,33	16,8	29,4	7,2	21,3	2,9	5,0	3,9	4,2	9,3				
№2	0,19	2,4	1,6	1,8	1,6	3,3	3,1	3,7	10,5	11,4	21,3	12,3	16,5	10,5

В пробе №2 железосодержащего шлама исследована зависимость валового содержания железа от среднего размера частиц. Выявлена явно выраженная тенденция увеличения содержания железа при снижении крупности частиц, при этом наиболее высоким содержанием железа (более 30 %) характеризуются частицы крупностью менее 0,05 мм.

Таким образом, концентратор Кнельсона может быть использован для извлечения железосодержащего концентрата из углесодержащих шламов, но малоэффективен для обогащения железосодержащих шламоввследствие высокого влияния противотока воды, увлекающего тонкодисперсные частицы, обогащенные железом.

С целью исключения этого влияния проведены исследования гравитационного разделения железосодержащих шламов на специально сконструированной лабораторной установке, в которой разрыхление материала осуществлялось за счет импульсного движения воды под действием элек-

тромагнитного вибратора (рисунок 2). Исходный материал помещали на дно емкости и заливали водой до выпускного отверстия. Электромагнитная мембрана, вмонтированная в емкость и соединенная с электромагнитным вибратором, работающим с частотой 34 Гц, создавала импульсное движение воды, обеспечивающее перемещение легких фракций из нижних слоев в верхний. Верхняя легкая фракция вместе с водой удалялась через выпускное отверстие. Разделение в данном случае происходит как по плотности, так и по крупности под действием гидравлического разделения и сегрегации. Экспериментально установлено, что в нижнем слое располагаются мелкие тяжелые частицы, над ними – смесь крупных тяжелых частиц с мелкими легкими, в верхнем слое – крупные легкие частицы. Результаты эксперимента по обогащению пробы железосодержащего шлама №2 представлены на рисунке 3.

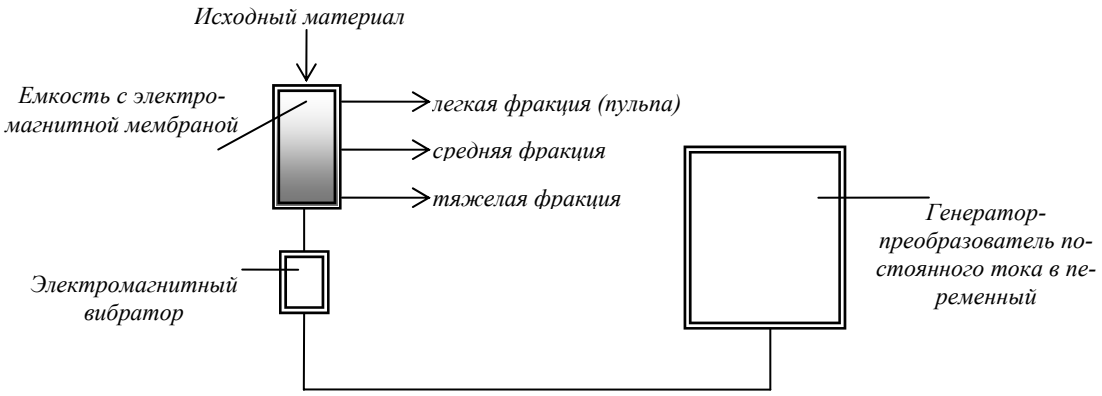


Рисунок 2 – Принципиальная схема лабораторной гравитационной установки.

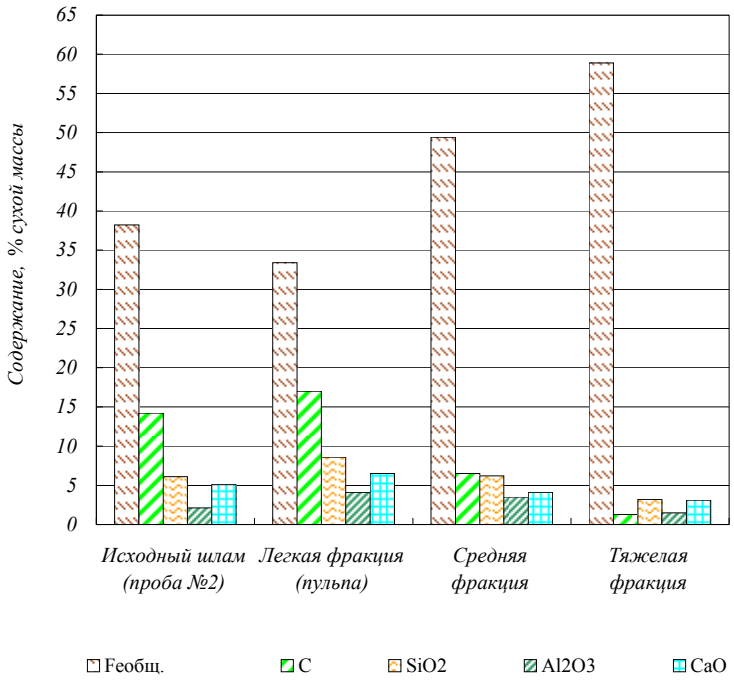


Рисунок 3 – Содержание исследуемых компонентов в исходном шламе и продуктах обогащения на лабораторной гравитационной установке.

Степень извлечения не рассчитывали, так как эксперимент предусматривал принципиальную возможность обогащения на данной установке без оценки выхода продуктов. Представленные на рисунке 3 результаты проведенных экспериментов показывают, что в результате гравитационной сепарации частиц произошло перераспределение углерода, оксидов кремния, алюминия и кальция в легкие фракции, а железа – в нижние. Таким образом установлена принципиальная возможность использования метода гравитационной сепарации в спокойной, невозмущенной водной среде с разрыхлением частиц методом электромагнитной вибрации для обогащения тонкодисперсных железосодержащих шламов шламонакопителя с удалением углеродистой фракции с повышенным содержанием минеральной части.

Выводы. Гравитационные методы обогащения могут быть использованы для обогащения мелкодисперсных угле- и железосодержащих отходов. Центробежный концентратор Кнельсона может быть рекомендован для извлечения железосодержащих компонентов из отходов обогащения угля, но его использование нецелесообразно для обогащения тонкодисперсных железосодержащих шламов. Для обогащения тонкодисперсных железосодержащих шламов может быть использован метод гравитационной сепарации в водной среде с разрыхлением частиц методом электромагнитной вибрации.

Библиографический список

1. Макаров А.Б. Техногенные месторождения минерального сырья. Соросовский образовательный журнал. 2000. Том 6. № 8. С. 76-80.
2. Волынкина Е.П. Исследование закономерностей формирования техногенного месторождения на территории шламонакопителя ОАО «ЗСМК». Вестник РАЕН. 2006. – т.6, № 3. С. 86-93.
3. Полеховский Ю.С., Петров С.В. Экономическая геология: учебное пособие. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2004. – 100 с.
4. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. М.:Химия, 1973. – 752 с.
5. Кнауф В. Концентратор Кнельсона: оценка извлечения благородных металлов. 2000 NATIResearchJSC. http://www.natires.com/rknels.htm
6. Барский Л.А., Плаксин И.Н. Критерии оптимизации разделительных процессов. – М.:Наука, 1967 – 215 с.

УДК 666.7:658.567.1

ОПЫТНО-ЗАВОДСКАЯ АПРОБАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМИЧЕСКОГО МАТРИЧНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛИСТЫХ АРГИЛЛИТОВ

СТОЛБОУШКИН А.Ю., СТОЛБОУШКИНА О.А., ИВАНОВ А.И., СЫРОМЯСОВ В.А., ПЛЯС М.Л.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Накопление огромного количества отходов является одной из основных проблем, связанных с добычей угля. По подсчетам ученых при добыче угля открытым способом на одну тонну угля приходится 4 тонны вскрышных пород. Складирование отходов угледобычи и углепереработки приводит к загрязнению приземных слоев атмосферы, поверхностных водотоков, подземных вод, а также почвенно-растительного покрова [1]. Вопросам утилизации отходов обогащения углистых аргиллитов и улучшения экологической обстановки промышленных регионов нашей страны посвящены исследования, отраженные в настоящей статье.

В качестве объекта исследований был выбран Коркинский буроугольный разрез (Челябинская обл.), открытый в 1934 году. На сегодняшний день он является вторым по величине в мире. За время работы разреза накоплено сотни миллионов тонн промышленных отходов, которые представлены в основном аргиллитами, алевролитами, углистыми аргиллитами и сланцами [2].

Углистые аргиллиты Коркинского месторождения представляют собой смесь минеральных веществ с угольной дисперсной массой, равномерно распределенной среди минерального вещества. После обогащения остаточное содержание углерода в отходах может достигать 18 %. По химическому составу углеотходы относятся к группе полукислого сырья (Al_2O_3 − 16-20 %), с высоким содержанием красящих оксидов (Fe_2O_3+TiO_2 − 7-8 %). Содержание свободного кварца составляет 50-53 %. Минеральный состав отходов обогащения углистых аргиллитов представлен кварцем, каолинитом, сидеритом, мусковитом, присутствуют доломит, гематит и полевой шпат.

В результате экспериментальных исследований установлено, что керамические образцы на основе отходов обогащения углистых аргиллитов, отпрессованные из порошков, полученных по классической технологии для полусухого прессования, имеют характерные трещины расслаивания.

На первом этапе для устранения отмеченных недостатков были проведены исследования в лабораторных условиях. Керамический пресспорошок готовился запатентованным способом [3]. Массоподготовка включала сушку исходного сырья до остаточной влажности 2-3 % и механоактивацию путем измельчения на бегунах до прохождения через сито

0,63. Высушенное и измельченное сырье гранулировалось на турболопастном смесителе-грануляторе марки ТЛ-020 К01. Грануляция проводилась при различном увлажнении порошка: 8,2; 9,9 и 13,8 % по массе. Вода подавалась распылением на лопасти гранулятора при различных скоростях вращения в интервале от 400 до 1800 об/мин. Внешний вид гранулята при скорости вращения 1600 об/мин и диаграммы рассева показаны на рисунке 1.

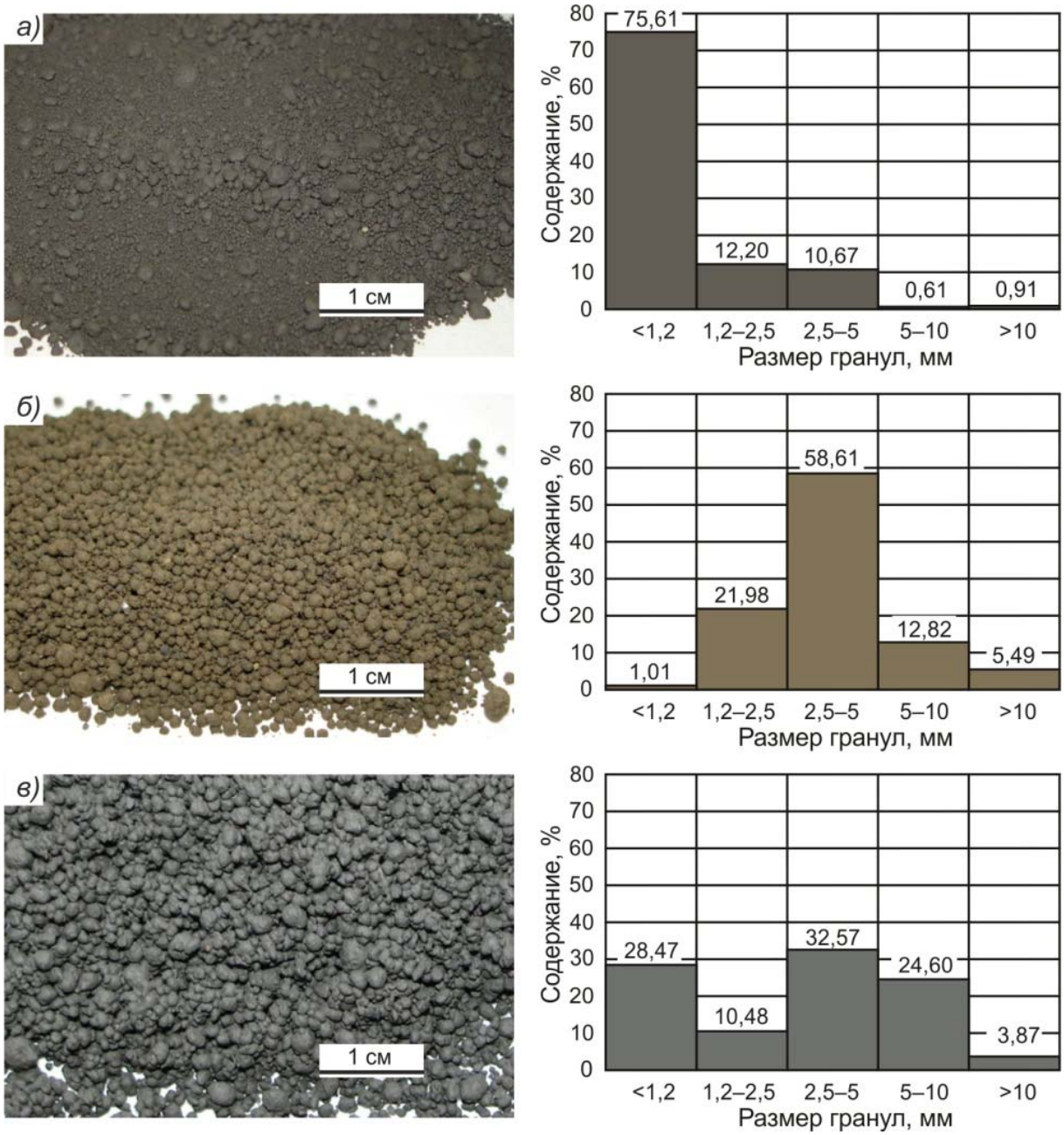


Рисунок 1 – Внешний вид и распределение фракций гранулята на основе отходов обогащения углистых аргиллитов при скорости вращения лопастей гранулятора 1600 об/мин и влажности 8,2 % (*а*); 9,9 % (*б*); 13,8 % (*в*)

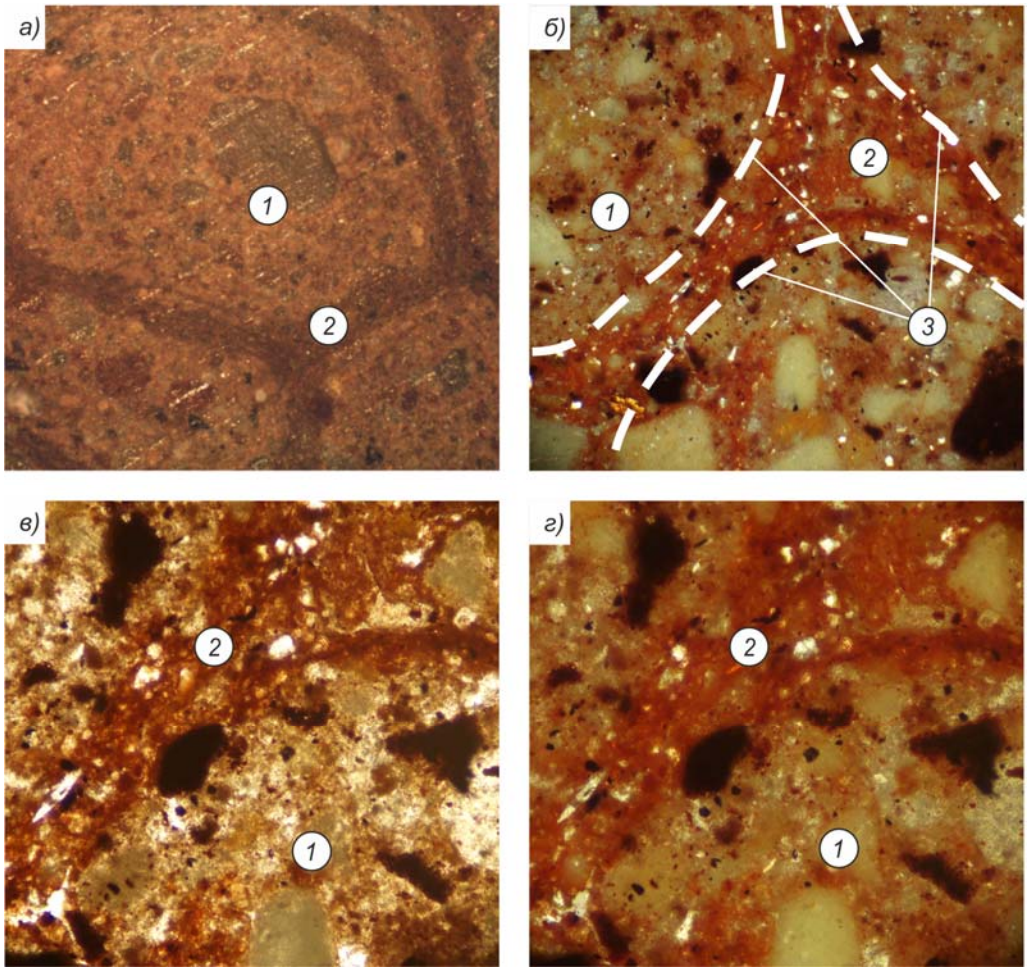
Экспериментальным путем определены оптимальные параметры грануляции для данного вида сырья: скорость вращения лопастей грануля-

тора − 1600 об/мин; влажность гранулята − 9-10 %; продолжительность грануляции – 3-5 минут.

Формование образцов при давлении 15-20 МПа и влажности гранулированной шихты 8-10 %, обычных для технологии полусухого прессования стеновой керамики, показало, что предварительная механоактивация и грануляция тонкомолотых отходов с последующим их опудриванием обеспечивает бездефектное прессование сырца.

Грануляция и опудривание при приготовлении пресс-порошка, наряду с рациональной гранулометрией и бездефектной формовкой образцов, обеспечили после обжига формирование керамического матричного композита на основе отходов обогащения углистых аргиллитов.

Петрографические исследования структуры керамических образцов показали наличие упорядоченного пространственно-организованного каркаса (рисунок 2).



1 – матрица из суглинка, 2 – заполнитель из отходов, 3-граница раздела фаз

Рисунок 2 – Петрография керамических образцов на основе углистых аргиллитов: а – николи ×, 50×; б – николи ×, 100×; в – николи II, 150×; а – николи ×, 50×; г – николи ×, 150×

На рисунке 2а можно отметить ярко выраженную границу раздела фаз материала. Согласно положениям механики композиционных материа-

лов внутренние поверхности раздела между матрицей и заполнителем композита (рисунок 2б) относятся к типу, характеризующемуся переходным слоем, образованным из однородных частиц оплавленной формы. Очевидно, что это продукты взаиморастворения компонентов матрицы и гранул заполнителя (рисунок 2в, г), полученные в пиропластичном состоянии, которые на макро- и микроуровнях обеспечивает структурное единство и повышение прочностных показателей материала.

На втором этапе результаты экспериментальных исследований были апробированы в заводских условиях. Опытно-промышленные испытания проводились в две стадии. Вначале готовились сухие тонкодисперсные порошки следующего состава, масс. %:

- ***отходы обогащения углистых аргиллитов*** ……***60÷70;***
- ***суглинок новокузнецкий*** ...……***20÷25;***
- ***стеклобой*** ……..***5÷10;***
- ***отходы газоочистки с рукавных фильтров*** ……..…….....***0÷5.***

Сухой помол новокузнецкого суглинка и отходов осуществлялся на установке УСП-С-04.55 научно-производственного предприятия ООО «Баскей» (г. Новосибирск), промышленная партия стеклобоя нарабатывалась в лабораторных условиях. На турболопастном смесителе-грануляторе периодического действия марки ТЛ-100 конструкции ООО «Дзержинсктехномаш» были наработаны опытно-промышленные партии гранулированных пресс-порошков.

Технология получения пресс-порошков из опудренных гранул состояла в следующем. Основное по составу техногенное сырье – отходы обогащения углистых аргиллитов смешивалось со стеклобоем и частью новокузнецкого суглинка и гранулировалось при увлажнении до формовочной влажности 9,5-10 %. Полученные гранулы размером 1÷3 мм опудривались оставшейся частью новокузнецкого суглинка (15 масс. %). Для улучшения декоративных свойств изделий в качестве окрашивающей добавки вводилась пыль рукавных фильтров газоочистки от дуговых электросталеплавильных печей (ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», г. Новокузнецк), состоящая преимущественно из гематита. Для этого, перед опудриванием гранулята суглинок в сухом состоянии смешивался с отходами газоочистки.

Готовый гранулированный пресс-порошок был упакован в биг-бэги с полиэтиленовыми вкладышами для сохранения влажности и отправлен на кирпичный завод полусухого прессования ООО «Красный кирпич» (г. Шарыпово, Красноярский край) для формования и обжига керамического кирпича.

Формовка кирпича осуществлялось на прессах СМ-1085Б. Влажность гранулированного пресс-порошка составляла 9,9 %. Прессование велось при показаниях амперметра 78-80 А, соответствующих удельному

давлению 17-18 МПа. Отпрессованные кирпичи в количестве 800 штук имели нормальный внешний вид без трещин перепрессовки.

В соответствии с заводским технологическим регламентом общая продолжительность сушки и обжига в туннельной печи составляла 72 часа при максимальной температуре 850 °С.

Брак после обжига кирпича составил 1,5 %, обожженные кирпичи имели фиолетово-коричневый цвет (рисунок 3). На керамических кирпичах обжиговых трещин, вздутий и искривлений не наблюдалось. Из обожженных изделий были отобраны кирпичи для физико-механических испытаний, результаты которых представлены в таблице 1.

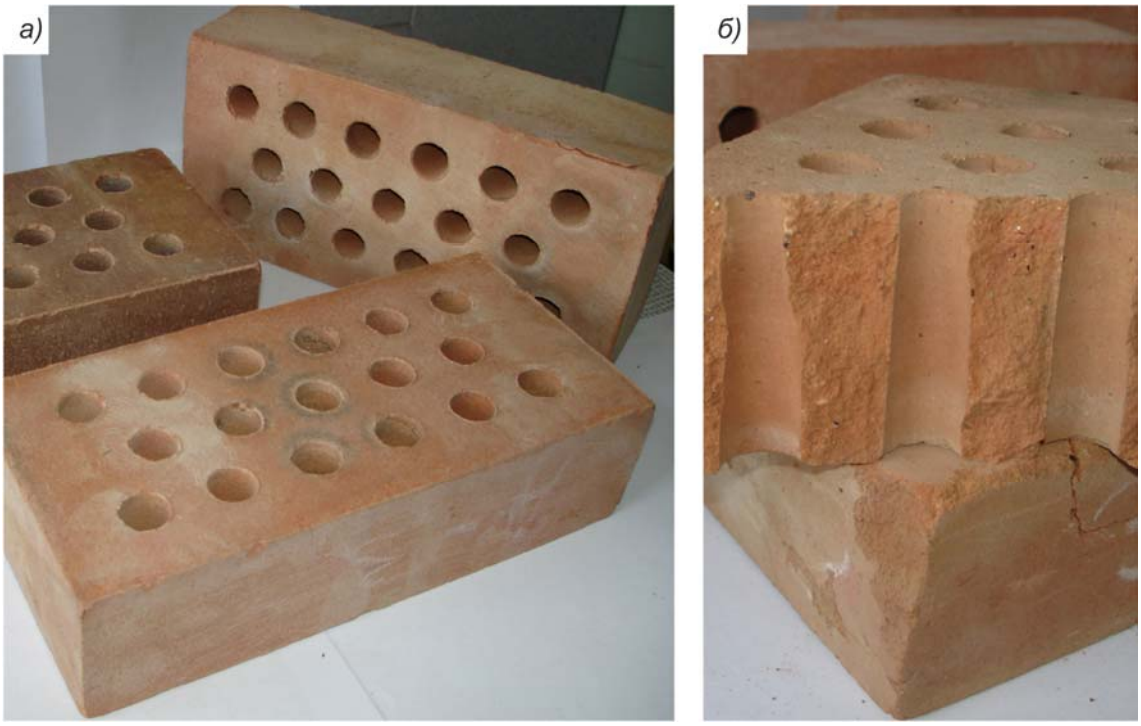


Рисунок 3 – Керамический кирпич формата 1 НФ на основе гранулированных отходов обогащения углистых аргиллитов (*а*) и макроструктура черепка после физико-механических испытаний (*б*)

Результаты физико-механических испытаний, проведенные в заводской лаборатории, показали, что полученный керамический кирпич на основе техногенных отходов имеет четкие грани, геометрические размеры и соответствует ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия». Полученные изделия отвечают требованиям для кирпича пустотелого, рядового, одинарного, размера 1НФ; марка по прочности изделий – М100; класс средней плотности – 2,0; марка по морозостойкости – F25.

Условием выпуска качественного керамического кирпича полусухого прессования из данного вида техногенных отходов являются тонкий помол сырьевых материалов сухим способом и использование в технологии массоподготовки агломерационных процессов (агрегирование и грану-

ляция). Рациональный гранулометрический состав гранулированных шихт обеспечивает получение равноплотных прессовок и, в конечном итоге, формирование бездефектной структуры кирпича-сырца.

Таблица 1 – Физико-механические свойства обожженных изделий

№ кирпича для испытания	Предел прочности		Средняя плотность, кг/м^3	Водопоглощение, %	Морозостойкость, цикл.
	при сжатии, МПа	при изгибе, МПа			
1	2	3	4	5	6
1	12,6	3,8	1,576	16,3	25
2	12,4	2,9	1,549	17,0	25
3	11,8	3,1	1,533	18,4	25
4	12,0	2,6	1,550	18,2	25
5	11,8	2,8	1,535	16,5	25
Среднее	**12,12**	**3,04**	**1,549**	**17,28**	**25**

В результате проведенных лабораторных исследований и опытно-промышленных испытаний в заводских условиях получены керамические стеновые материалы на основе отходов обогащения углистых аргиллитов, отвечающих требованиям ГОСТ 530-2007 «Кирпич и камень керамические. Общие технические условия».

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2009 году»
2. Лукина Н.В., Чибрик Т.С., Глазырина М.А. Биологическая рекультивация и мониторинг нарушенных промышленностью земель // Екатеринбург: Уральский государственный университет – 2008. – 256 с.
3. Стороженко Г.И., Столбоушкин А.Ю., Болдырев Г.В. и др. Способ изготовления керамических изделий // Патент России № 2005702, С1 С 04 В 33/00. – Б. И. № 1 – опубл. 15.01.1994.

УДК 658.567.1:669.1

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТЕНОВОЙ КЕРАМИКИ

ИВАНОВ А.И., СТОЛБОУШКИН А.Ю., АЛЮНИНА К.В., СТОРОЖЕНКО Г.И.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

ООО Научно-производственное предприятие «Баскей»
г. Новосибирск

Ежегодно на предприятиях угольной промышленности образуются свыше 2 млрд. тонн отходов добычи и обогащения угля различных месторождений, отличающихся по своему химическому, минеральному соста-

вам, содержанием углерода и другим параметрам. Большинство углеобогатительных фабрик в Российской Федерации имеет устаревшее оборудование и технологии, поэтому содержание угля в отходах обогащения колеблется от 17 до 26 %, что приводит к ежегодным его потерям только в Кузбассе от 12 до 15 млн. тонн [1].

Промышленность строительных материалов является наиболее емкой отраслью из всех потенциальных потребителей отходов добычи и обогащения угля, поскольку они 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]. Однако, использование отходов углеобогащения в строительной отрасли, в частности для производства керамического кирпича, сдерживается избытком топлива в шихте, что приводит к разрыхлению керамического черепка и снижению качества готовых изделий.

Несмотря на негативные тенденции в сфере накопления и утилизации промышленных отходов, следует признать, что в нашей стране существуют примеры инновационных технологических решений, которые позволяют рассматривать отходы углеобогащения не только как сырьевую, но и энергетическую базу предприятий по выпуску керамических стеновых материалов.

Реализация предлагаемой технологической идеи возможна за счет организации глубокой переработки отходов обогащения углей непосредственно на кирпичном заводе, где необходимо осуществлять их вторичное обогащение с целью получения энергетического угольного топлива для основного производства. Образующаяся в процессе обогащения минеральная составляющая стабильного состава с минимальным содержанием углерода должна использоваться в качестве основного сырья для производства керамического кирпича. Так же для получения качественных керамических материалов из данного вида отходов необходимо внедрение принципиально новых технологий массоподготовки керамических шихт, так как производственный опыт показывает, что традиционные способы массоподготовки не обеспечивают удовлетворительную гранулометрию пресс-масс, однородность шихты по влажности и получение равноплотных прессовок кирпича-сырца. Получить пресс-порошок рационального гранулометрического состава из тонкодисперсного сухого техногенного или некондиционного природного сырья можно за счет использования в технологии массоподготовки агломерационных процессов (агрегирование и грануляция).

Основанием для реализации предлагаемой технологии являются существующие проекты по глубокой переработке отходов углеобогатительных фабрик. К ним относятся магнитная и криомагнитная сепарация, масляная агломерация и другие, которые позволяют извлечь до 80-90 % угля из отходов [3-5]. При указанной степени извлечения и при использовании

на 1000 штук кирпича нормального формата 2,5 м^3 пустой породы вместе с ней образуется 500 кг условного топлива в виде обогащенного угля. Этого количества достаточно не только для обжига кирпича, полученного из отходов, но и для производства в газогенераторных установках электроэнергии, которую можно использовать в основном производстве.

Такой подход к решению проблемы переработки и использования отходов углеобогащения позволит создать эффективную инновационную технологию производства изделий стеновой керамики, схема которой показана на рисунке 1. Для проверки гипотезы были проведены исследования возможности не только вторичного обогащения отходов, но и получения из «хвостов» керамических изделий.

В работе проводились полупромышленные испытания углеотходов Абашевской ЦОФ (г. Новокузнецк) на установке ООО «Баскей» [6] и коркинских углистых аргиллитов (Челябинская обл.) на вакуумно-пневматическом сепараторе «Сепаир» с высокой эффективностью разделения в воздушном потоке [7], превышающей в ряде случаев показатели обогащения отсадкой или в тяжелых средах [8]. Химический состав техногенного сырья приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав углеотходов

Наименование сырья	Содержание оксидов в % на сухое вещество									
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	CaO	MgO	TiO_2	MnO	R_2O_3	C	ППП
Углеотходы Абашевской ЦОФ	54,99	16,9	3,68	5,63	1,99	0,72	-	∑ 3,68	10,8	13,6
Углистые аргиллиты (Коркино)	42,85	16,9	9,97	3,35	2,8	1,03	0,2	∑ 2,15	17,2	19,2

Рисунок 1 – Технологическая схема производства стеновых керамических изделий на основе отходов углеобогащения

В результате сухого обогащения углеотходов Абашевской ЦОФ выход обогащенного продукта с зольностью около 32 % составляет 61 %. Снижение зольности в обогащенном продукте по сравнению с исходным достигает 10 %.

На Коркинском угольном разрезе (рисунок 2) в процессе сухого обогащения углей образуется значительное количество отходов, содержание угля в которых составляет от 12 до 18 %. Целью опытных испытаний на установке «Сепаир» ЗАО «Гормашэкспорт» была оценка эффективности пневмосепарации для углистых аргиллитов разного класса.

Испытания обогатимости отходов сухого обогащения коркинских углистых аргиллитов, показали, что с помощью пневмосепарации можно выделить из отходов концентрат с выходом 9 % и зольностью 28-30 %, что соответствует его теплотворной способности 3500-3700 кДж/кг.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать хвосты вторичной переработки отходов обогащения углей после выделения из них углеродсодержащего концентрата в качестве сырья для производства изделий стеновой керамики.

Рисунок 2 – Коркинское месторождение бурых углей: а – снимок со спутника; б – буроугольный разрез, вид сбоку

Отходы углеобогащения Абашевской ЦОФ содержат в основном кварц, полевые шпаты, карбонаты и смешаннослойные глинистые минералы иллит-каолинит-монтморилонитового типа. Отходы обогащения углистых аргиллитов Коркинского месторождения − углистые аргиллиты содержат кварц, доломит, апатит, мусковит, каолинит. По гранулометрическому составу углеотходы состоят в основном из песчаных и пылеватых фракций, количество алевролитовых частиц − менее 30 %. Пластичность сырьевых материалов приведена в таблице 2.

Таблица 2 – Пластичность техногенного сырья

Материалы	Число пластичности	Пластичность по ГОСТ 9169-75
Углеотходы Абашевской ЦОФ	9,5	Умеренно пластичные
Углистые аргиллиты (Коркино)	6	Малопластичные

Экспериментально был установлен рациональный фракционный состав гранулированных шихт из тонкодисперсного сырья, обеспечивающий наиболее плотную упаковку гранул при прессовании. Это практически монофракционный пресс-порошок с преимущественным содержанием гранул класса 1,25-5 мм (80-90 мас. %). Остальные классы гранулированных частиц 5-10 мм и менее 1,25 мм, содержатся в составе пресс-порошков в количестве от 10 до 20 мас. %. Для получения рационального фракционного состава каждого вида сырья необходимо подбирать скорость вращения лопастей грануляторa, варьировать время грануляции и влажность пресс-порошка.

В общем виде процесс подготовки гранулированного пресс-порошка можно разделить на несколько стадий: формирование гранул; их окатывание и уплотнение; нанесение поверхностного опудривающего слоя из легкоплавкого спекающегося материала (в случае необходимости).

Грануляция в турболопастном смесителе-грануляторе позволяет регулировать грансостав получаемого порошка за счет изменения скорости вращения лопастей. Сложное турбулентное движение материала обеспечивает активное смешивание сырья и равномерное распределение влажности во всем объеме гранулированного пресс-порошка. При помощи лопастей крупные гранулы разбиваются на более мелкие, размером до 5 мм, а уплотнение гранул достигается за счет ударов о лопасти и стенку гранулятора. Помимо динамических нагрузок при ударе уплотнению способствуют и другие силы. В момент перекатки гранулы через зерно мелкого материала происходит толчок в направлении центра гранулы. В турболопастном грануляторе сокращается время грануляции – то время, за которое совершается формирование гранул и дальнейшей агрегации не происходит. В работе использовался турболопастной смеситель-гранулятор ТЛ-020 конструкции ООО «Дзержинсктехномаш».

Технология получения гранулированных пресс-порошков состояла в следующем. Для шихты на основе углеотходов (таблица 3) основное сырье в сухом состоянии активно смешивалось в грануляторе со стеклобоем и частью новокузнецкого суглинка, увлажнялось до формовочной влажности и гранулировалось при экспериментально найденных оптимальных параметрах, затем на поверхность гранул наносился тонкий слой порошка новокузнецкого суглинка. Внешний вид гранулированного пресс-порошка представлен на рисунках 3 и 4, результаты рассева на рисунке 5.

Из полученного пресс-порошка оптимального фракционного состава при формовочной влажности были отпрессованы при давлении 20 МПа лабораторные образцы-цилиндры. Результаты физико-механических испытаний керамических образцов после обжига приведены в таблице 4.

Таблица 3 – Состав гранулированных пресс-прошков из техногенного сырья

№ шихты	Наименование компонентов шихты	Содержание, мас. %
1 − шихта на основе отходов углеобогащения ЦОФ	отходы углеобогащения Абашеской ЦОФ	85
	суглинок новокузнецкий	15
2 − шихта на основе отходов обогащения углистых аргиллитов	углистые аргиллиты Коркинского месторождения	60
	суглинок новокузнецкий	30
	стеклобой	10

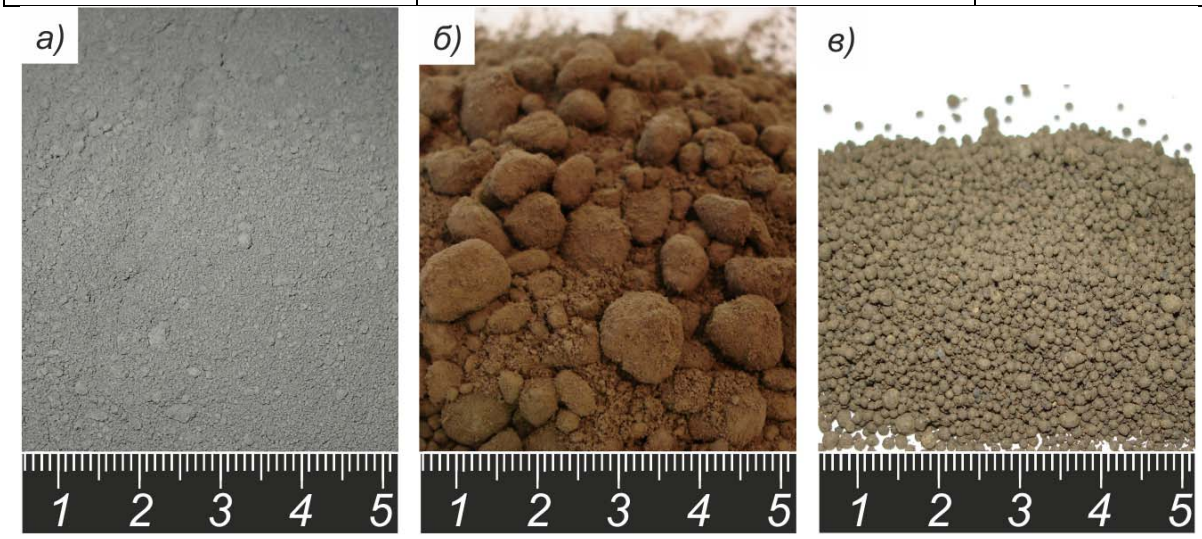


Рисунок 3 – Внешний вид отходов углеобогащения Абашевской ЦОФ (а) и гранулята на его основе при скорости вращения лопастей гранулятора 500 об/мин (б) и 1000 об/мин (в)

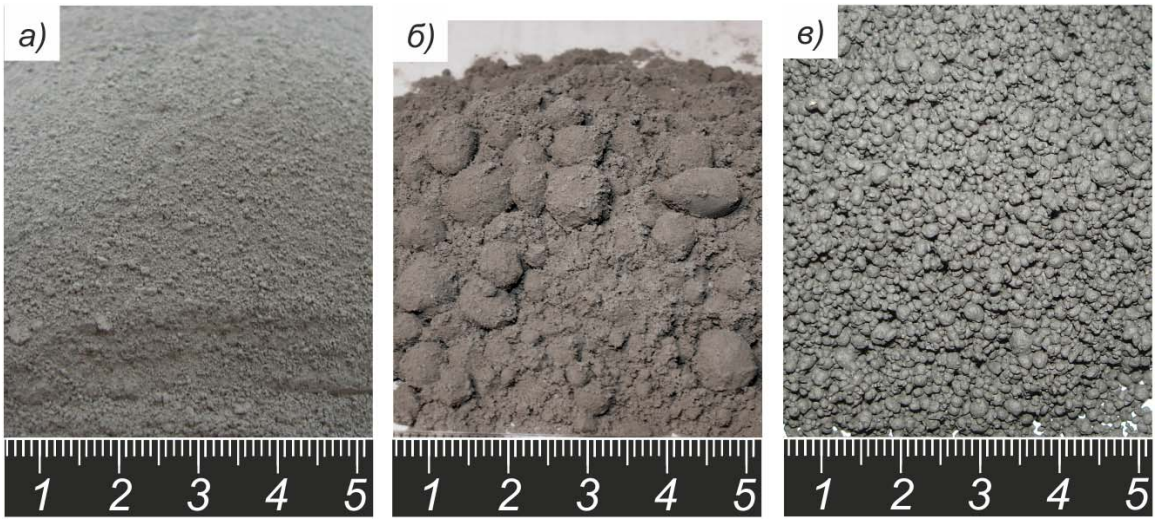


Рисунок 4 – Внешний вид отходов обогащения углистых аргиллитов (а) и гранулята на его основе при скорости вращения лопастей гранулятора 500 об/мин (б) и 1200 об/мин (в)

Таблица 4 – Физико-механические свойства керамических образцов

№ шихты	Средняя плотность кг/м^3	Предел прочности при сжатии, МПа	ККК	Водопоглащение, %	Морозостойкость, циклов
1	1850	24,5	13,2	12,2	>50
2	1810	15,3	8,6	15,7	>50

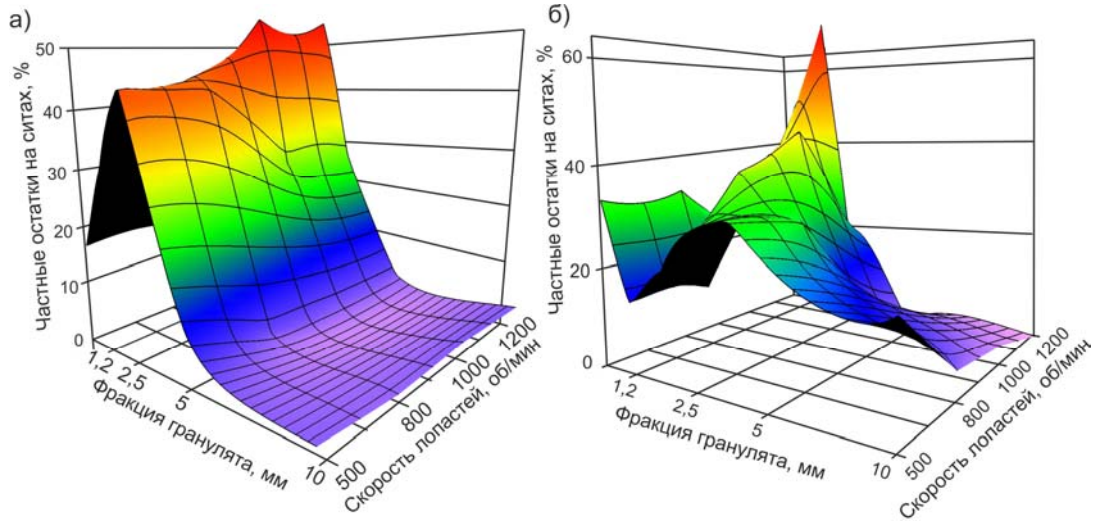


Рисунок 5 – Диаграммы изменения фракционного состава гранулята на основе отходов углеобогащения (а) и отходов обогащения углистых аргиллитов (б) в зависимости от скорости вращения лопастей гранулятора

На основе вышеуказанных шихт в заводских условиях были отформованы и обожжены в туннельной печи две партии керамического кирпича на основе углеотходов. По результатам испытаний был составлен акт, в котором приведены основные характеристики полученных стеновых изделий. Кроме физико-механических свойств, которые удовлетворяют требованиям ГОСТ 530-2007, следует отметить неравномерность окраски кирпича, связанную с особенностями газовой среды, в которой происходит обжиг.

Полученные результаты показывают возможность организации глубокой переработки отходов обогащения углей непосредственно на кирпичном заводе с целью получения энергетического угольного топлива для основного производства. Глубокая переработка отходов, используемых в производстве кирпича, может быть основана на современных способах вторичного обогащения (магнитная и криомагнитная сепарация, пневмосепарация, масляная агломерация и др.), которые позволяют извлечь до 80-90 % угля из отходов. При указанной степени извлечения и при использовании на 1000 штук кирпича нормального формата 2,5 м^3 пустой породы вместе с ней образуется 600 кг условного топлива в виде обогащенного угля. Этого количества достаточно не только для обжига, отпрессованного из отходов кирпича, но и для производства в газогенераторных установках электроэнергии, используемой для технологических нужд кирпичного завода.

Такой подход к решению проблем переработки и использования отходов углеобогащения позволит создать эффективную инновационную технологию производства изделий стеновой керамики.

Библиографический список

1. Чернышов Е.М. К проблеме развития исследований и разработок в области материаловедения и высоких строительных технологий: основные акценты // Достижения и проблемы материаловедения и модернизации строительной индустрии: Материалы XV Академических чтений РААСН – Международной научно-технической конференции / КазГАСУ. т. 1. – Казань, 2010. – С. 8-9.
2. Стороженко Г.И., Столбоушкин А.Ю. Формирование ячеистозаполненной структуры керамических композиционных материалов на основе промышленных отходов // Строительные Материалы. – 2010. – № 4. – С. 67-69.
3. Пелевин А.Е., Цыпин В.Ф., Колтунов А.В., Комлев С.Г. Высокоинтенсивные магнитные сепараторы с постоянными магнитами // Изв. Вузов. Горный журнал. – 2001. – №4-5.
4. .Килин В.И., Якубайлик Э.К. Изучение магнитных свойств и процессов магнитной сепарации абаканских магнетитов с целью снижения потерь железа при их обогащении // ФТПРПИ. – 2002. – №5.
5. Патент №2170620. Магнитный сепаратор. Звегинцев А.Г., Елфимов С.А. – Опубл. в БИ. 2001, №20 (ч.II).
6. Пак Ю.А., Зиборов А.В., Стороженко Г.И. и др. Измельчительно-сепарационная установка // Патент России № 2194577, С2 В 02 С 21/00. – Б. И. № 46 – опубл. 20.12.2002.
7. Люленков В.И., Кузьмин А.В., Качуров К.В. и др. Способ сухого обогащения рядового угля // Патент России № 2268787, С1 В 07 В 9/00. – Б. И. № 1 – опубл. 27.01.2006.
8. Авдохин В.М., Морозов В.В., Кузьмин А.В. и др. Вакуумно-пневматическая сепарация труднообогатимых углей // Горный журнал. – 2008. – № 12. – С. 56-60.

УДК 621.791:624

ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДФТОРСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФЛЮСОВЫХ ДОБАВОК

КРЮКОВ Р.Е., КОЗЫРЕВ Н.А., ИГУШЕВ В.Ф.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Алюминиевое производство характерно образованием различного рода технологических отходов, требующих утилизации или захоронения. Отходы в настоящее время складируются на шламохранилищах, что значительно ухудшает экологическую обстановку в регионе. Поэтому вопрос

переработки углеродфторсодержащих отходов алюминиевого производства является одной из актуальнейших задач. Один из вариантов утилизации данного вида отходов – использование их в качестве добавки к сварочным флюсам. Существующие в настоящее время флюсы для сварки низколегированных сталей дают повышенное содержание общего кислорода, а, следовательно, высокий уровень загрязненности неметаллическими включениями сварочных швов. Оптимальным, с точки зрения удаления и исключения образования в сварном шве неметаллических включений, является углерод, так как образующиеся с участием углерода соединения газообразные (CO и CO_2) и легко удалимы. Поэтому изучалась возможность проведения сварки с использованием таких добавок. В опытах использовали углеродфторсодержащие добавки со следующим химическим составом (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав компонентов.

Компоненты	Массовая доля элементов, %											
	Fe_2O_3	MnO	CaO	SiO_2	Al_2O_3	MgO	Na_2O	K_2O	F	C	S	P
АН-348А	1,90	31,58	11,28	43,99	4,15	2,70	0,57	1,28	2,11	0,21	0,032	0,18
Углеродфторсодержащая добавка	2,27	0,07	2,12	2,48	36,42	0,27	10,27	0,63	17,06	27,76	0,17	0,12

Добавку к флюсу готовили следующим образом: углеродфторсодержащий компонент смешивали с 10-12 % жидкого стекла (из расчета сухого остатка), тщательно перемешивали и помещали в печь для просушки. После полного удаления влаги и спекания добавку охлаждали и дробили. Затем добавку смешивали с флюсом в специальном смесителе в определенном строго заданном соотношении. При сварке применяли образцы из стали 09Г2С толщиной 16 мм размером 200×500 мм. Сварка стыковых швов без разделки кромок проводилась с двух сторон. В качестве присадочного металла использовалась проволока Св-08ГА диаметром 5 мм. Для исследования были использованы: флюс: АН-348А – базовый вариант, флюс АН-348А и углеродфторсодержащая добавка в количестве 1, 3, 5, 7 и 10 %.

Из сваренных пластин вырезались образцы и выполнялись исследования: рентгеноспектральный анализ состава металла швов, металлографические исследования сварных швов, определениесодержания общего кислорода в швах, механические свойства сварных соединений и ударная вязкость швов при температурах 20 °С и -40 °С.

В образцах, сваренных под флюсом с добавками, наблюдалось уменьшение неметаллических включений. Механизм снижения общего уровня загрязненности, по-видимому, следующий. Углерод, содержащийся в добавке, взаимодействует с растворенным в металле кислородом, образуя газообразные соединения CO и CO_2, что способствует удалению кислорода из металла сварного шва. Следует также отметить, что взаимодействие фтора с водородом приводит к образованию газообразного соединения HF способствующему удалению водорода из металла сварного шва. Оба этих

процесса приводит к рафинированию металла сварного шва.

Механические свойства сварных соединений и швов определяли при температуре 20 °С, ударную вязкость металла шва KCU определяли при температуре -40 °С (таблица 2). Механические свойства и ударная вязкость металла швов, выполненных под флюсами с добавкой (3-10 %), были наибольшими и превышали значения для конструкций северного исполнения. Существенное повышение ударной вязкости при отрицательных температурах так же объясняется снижением концентрации кислорода в металле и уменьшении количества неметаллических включений в шве.

Таблица 2 – Механические свойства металла шва

Объект	Механические свойства			Ударная вязкость, Дж/см^2	Температура испытаний, °С
	Временное сопротивление, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение, %		
Сварной шов				Св.шов, KCU	
сварка под флюсом АН-348А	535 530-540	360 355-365	25 23-27	70 67-73	-40
				102 94-110	20
сварка под флюсом АН-348А+ 3% добавки	570 564-576	382 375-389	26 24-28	124 118-130	-40
				146 139-153	20

Примечание. В числителе приведены средние значения механических свойств и ударной вязкости, полученные по результатам шести испытаний, в знаменателе минимальные и максимальные.

На основании экспериментальных исследований было показано, что углеродфторсодержащая добавка в количестве 3-10 % в окислительный флюс АН-348А способствовала снижению загрязненности сварочного шва неметаллическими включениями. Результаты исследований использованы для разработки технологий сварки конструкций и резервуаров северного исполнения.

УДК 658.567.1:669.1

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГАЩЕНИЯ ОТХОДОВ, НАКОПЛЕННЫХ В ШЛАМОХРАНИЛИЩЕ ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», МЕТОДОМ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ

ЗОРЯ В.Н., АНИКИН А.Е., ВОЛЫНКИНА Е.П., ФЕДЯКИНА А.Н.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Производство готовой продукции и полуфабрикатов на металлургических комбинатах неразрывно связано с образованием большого количества отходов. Большая часть отходов (60-80 %) возвращается в собственное производство, передается сторонним организациям либо используется на металлургических комбинатах в процессе строительства и эксплуатации объектов длительного

хранения/захоронения отходов. Меньшая часть – неутилизируемые отходы – направляется на собственные объекты длительного хранения/захоронения отходов – полигоны твердых бытовых и промышленных отходов, а также на шламохранилища, которые оказывают значительное негативное влияние на окружающую среду.

Основными негативными факторами влияния шламохранилищ являются:

– нарушение и изъятие земель из хозяйственного пользования;

– загрязнение водных источников и нарушение гидробаланса в районах их возведения;

– загрязнение атмосферы и прилегающих к хвостохранилищам районов пылевидными частицами.

При хранении/захоронении отходов в шламохранилищах создается опасность возникновения повреждений защитных дамб, которые могут привести к катастрофическим и тяжелым экологическим последствиям национального масштаба.

С другой стороны, огромные накопленные запасы отходов и истощение природных ресурсов делают крайне актуальной проблему использования отходов. Накопленные отходы формируют новые антропогенные образования, сравнимые по мощности с природными месторождениями полезных ископаемых. Подобные образования получили название «техногенные месторождения» [1]. В настоящее время в мире ведется поиск технологий разработки таких техногенных месторождений. Возникло новое научное направление «геохимия техногенных месторождений», занимающееся изучением изменения базовых элементов с точки зрения количества, формы существования, физических свойств, содержания попутных элементов и т.д. Практические решения по разработке техногенных месторождений зависят от многих факторов, таких как: мониторинг отходов, геохимия техногенных месторождений, транспортировка отходов, селективное извлечение элементов, использование энергии при переработке отходов, география предприятий по переработке отходов и решение проблем занятости, экономика переработки отходов.

Анализ данных опробования лежалых хвостов различных шламохранилищ показывает, что во всех шламохранилищах находятся обогащенные определенными ценными компонентами участки, приуроченные к местам выпуска пульпы. Распределение запасов ценных минералов в шламах, как в плане, так и в вертикальной плоскости, позволяет осуществлять селективную выемку отходов из обогащенных участков и перерабатывать их по различным технологическим схемам. Обедненные ценными компонентами участки могут быть использованы для приготовления песка различной крупности, как компонент при закладке выработанных пространств или на техническом этапе рекультивации для заполнения впадин и выемок земной поверхности.

В конечном итоге накопленные отходы должны быть переработаны или переведены в такое состояние, при котором их отрицательное влияние на окружающую среду сведено к минимуму. Прямая механическая переработка отвалов должна состоять во фракционировании накопленных отходов и их дальнейшем использовании.

Примером потенциального техногенного месторождения является шламохранилище ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК». На территории шламохранилища ежегодно складируется около 1,35 млн. $м^3$ или 1,9 млн. т отходов различного химического состава, крупности и плотности, включая отходы ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», ОАО «Центральная обогатительная фабрика «Кузнецкая» (ЦОФ «Кузнецкая») и ОАО «Западно-Сибирская ТЭЦ» – филиал ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» (ЗС ТЭЦ). С начала эксплуатации шламохранилища уложено около 80 млн. т отходов, представляющих ценность как для черной металлургии, так и для других отраслей промышленности.

Шламохранилище размещено по территориальному принципу с учётом разработанных схем и проектов районной планировки. Шламохранилище расположено на территории Заводского района г. Новокузнецка Кемеровской области на расстоянии 1,25 км от правого берега реки Томь, в 0,6 км юго-западнее д. Мокроусово, на северо-восточной окраине территории ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» в границах санитарно-защитной зоны (5000 м), в 300 м от железной дороги, в 400 м от автодороги общей сети и на расстоянии 8-10 км от жилой зоны г. Новокузнецка. На площадке размещения шламохранилища осуществлены мероприятия и инженерные решения с учётом естественных местных условий, исключающие загрязнение окружающей среды при соблюдении правил его эксплуатации.

Шламохранилище ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» является основным объектом цеха водоснабжения и водоотведения. Шламохранилище – это природоохранный объект, представляющий собой комплекс гидротехнических сооружений, предназначенных для приема, централизованного сбора, накопления и отстаивания твердой фазы пульп, шламовых и сточных вод промышленных отходов ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», ЗС ТЭЦ, ЦОФ «Кузнецкая» и возврата осветленной воды потребителям. Шламохранилище является гидротехническим сооружением II класса, по способу устройства – к намывным накопителям равнинного типа; оно ограничено дамбами обвалования: первичной, выполненной из суглинков, и основной, выполненной из отходов углеобогащения и металлургических, главным образом конвертерных, шлаков высотой до 40 м. Площадь шламохранилища – 285 га, длина дамбы по периметру – 5300 м на отметке 235 м. В качестве защитного сооружения вокруг шламохранилища (с южной, восточной и северной сторон) отсыпана насыпь из углеотходов высотой 1-6 м. По гребню насыпи проходит объездная автодорога. С западной стороны в нижнем бьефе к шламохранилищу примыкает пруд вторичного отстаивания. На дамбе расположены водоперепускные устройства из шламохранилища в пруд вторичного отстаивания – сифонные водосбросы.

План-схема шламохранилища представлена на рисунке 1.

Рисунок 1 – План-схема шламохранилища ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК»

Площадь шламохранилища ограничена ограждающими напорными дамбами длиной 5300 м. Дамба представляет собой трапециевидное в разрезе сооружение, внешний склон которого террасирован. Плоская поверхность террас используется для прокладки технологических дорог. Ширина террас колеблется в пределах 10-40 метров. В настоящее время отметка гребня ограждающей дамбы – 235,00 м. Это максимально допустимая отметка.

Первичная дамба отсыпана из суглинков высотой 6-8 м. После разрушения сильным ветром и волнами первичной дамбы 11 апреля 1978 г. было принято решение возводить вторичные дамбы. Они выполнены в несколько ярусов из металлургических шлаков, главным образом из конвертерных. Количество конвертерного шлака, завезенного на ограждающую дамбу шламохранилища в 2011 году, составило 704,4 тыс. м^3.

Породы, слагающие ограждающую дамбу шламохранилища, состоят из крупнодисперсных фракций с преобладанием частиц размерностью от 5 до 15 мм. Мелкозем и особенно фракции физической глины практически отсутствуют. В петрографическом составе пород террасы дамбы преобладают обломки алевролитов и аргиллитов. В небольшом количестве встречается окатанная галька основных массивно-кристаллических пород.

Основанием под вторичные дамбы наращивания являются намывные грунты (пляжи). Намыв пляжей производится кольцевым способом, согласно технологии, разработанной научно-исследовательским проектно-экспертным центром (НИПЭЦ) «Промгидротехника» и регулируется поочерёдной работой пульповыпусков.

Высота дамбы в настоящее время с учетом первичной дамбы составляет 40-45 м. Контуры вторичной ограждающей дамбы на плане обозначены пикетами (ПК) от ПК0 до ПК53 (рисунок 2). Протяженность одного пикета – 100 м.

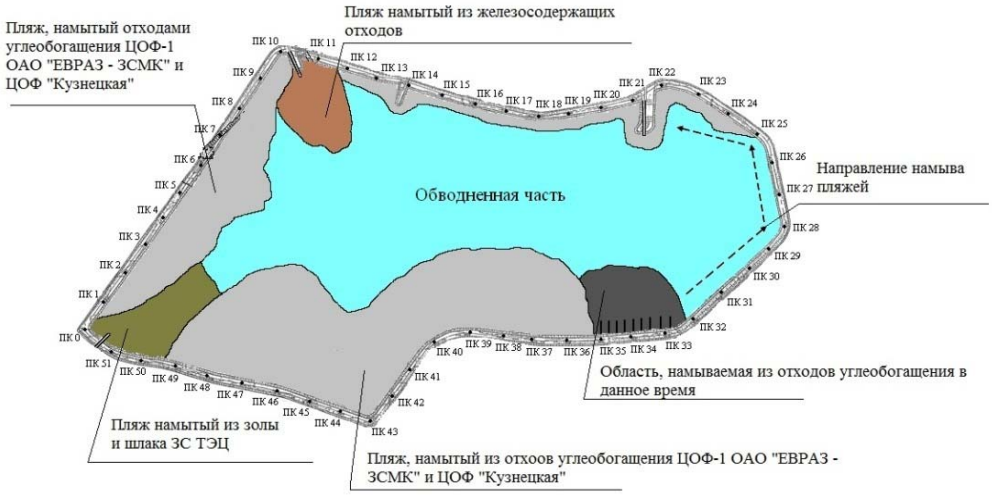


Рисунок 2 – Схема намыва пляжей шламохранилища ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» отходами подразделений комбината и сторонними организациями

Вокруг шламохранилища предусмотрена защитная зона. В качестве защитного сооружения отсыпана внешняя кольцевая дамба из углеотходов ЦОФ длиной 4414 м. Ширина дамбы по гребню – 20-60 м, высота – 1-6 м, заложение верхового и низового откосов – 1:2. Защитное сооружение возведено вдоль ограждающей дамбы шламохранилища на участке ПК54-ПК12. На участке ПК0-ПК12 защитное сооружение проектом не предусмотрено.

Дренажные воды шламохранилища собираются в дренажные канавы, расположенные по его периметру, и сбрасываются в р. Есаулку.

Сейсмичность района шламохранилища 8 баллов.

Отходы, размещаемые на шламохранилище, отнесены к IV (практически не опасные) и V (неопасные) классам опасности, что подтверждено данными аналитических исследований, выполненных специализированной аккредитованной лабораторией ОАО «Западно-Сибирский испытательный центр» (ОАО «ЗСИЦ») и протоколами биотестирования. Также можно заметить, что складируемые на шламохранилище отходы разделяются на две основные группы: отходы переработки угля и железосодержащие отходы.

Кроме того, шламохранилище имеет карту захоронения токсичных промышленных отходов, предназначенную для складирования отходов и двухступенчатого осветления транспортирующей воды, а также вспомогательные здания и сооружения. Доставка токсичных промышленных отходов на шламохранилище осуществляется по системам гидротранспорта и автотранспортом [2].

С целью исследования характеристик отходов, накопленных в шламохранилище ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», нами были отобраны и проанализированы 4 пробы:

пробы I, IV – отходы обогащения ЦОФ «Кузнецкая», место отбора – пикет (ПК) 34 (см. рисунок 2);

проба II – золошлаковые отходы ЗС ТЭЦ, место отбора – ПК52;
проба III – железосодержащие отходы газоочисток доменного, конвертерных цехов, цеха изложниц и литейного цеха, место отбора – ПК11.

Влажность отобранных проб составила: проба I – 6,1 %; проба II – 17,6 %; проба III – 5,4 %. Наибольшую аналитическую влажность имели золошлаковые отходы ЗС ТЭЦ (проба II).

Результаты гранулометрического анализа отобранных проб приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты гранулометрического анализа отходов

Фракция, мм	Выход фракции, %		
	Проба I	Проба II	Проба III
> 3	32	6	3
3-2	6	3	6
2-1	1	13	1
1-0,63	24	6	1
0,63-0,50	2	2	1
0,50-0,365	15	4	4
0,365-0,16	2	13	16
0,16-0,09	7	21	43
0,09-0,071	7	5	6
0,071-0,005	2	21	11
< 0,05	2	6	8

Из таблицы 1 видно, что фракционный состав у всех проб неодинаков. Среди отходов углеобогащения (проба I) больше всего представлен класс крупности > 3 мм (32 %). Среди золошлаковых отходов (проба II) больше присутствуют классы крупности 0,16–0,09 мм (21 %) и 0,071-0,005 мм (21 %). Среди железосодержащих отходов (проба III) больше всего представлен класс крупности 0,16–0,09 мм (43 %).

Потери при прокаливании (П.П.П.) составили: проба I – 19,4 %; проба II – 10,4 %; проба III – 37,5 %. В пробе III (железосодержащие отходы) потеря массы наибольшая.

Результат определения содержания водородных ионов и минеральных солей в водных растворах: проба I – 9,05 %; проба II – 8,95 %; проба III – 8,02 %. Из приведенных результатов видно, что исследуемая среда щелочная.

Результаты фазового анализа:
проба I – преобладает сидерит, присутствуют кварц, полевой шпат, кальций, гидромусковит, рентгеноаморфное вещество, следы гидрослюды;
проба II – преобладает рентгеноаморфное вещество, присутствуют магнетит, кварц, полевой шпат, кальций, гематит;
проба III – преобладает магнетит, присутствуют гематит, вюстит, кальцит, полевой шпат.

Результаты рентгеноспектрального анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты рентгеноспектрального анализа отходов

Номер пробы	Массовая доля элементов, %										
	SiO_2	Fe_2O_3	CaO	Al_2O_3	MgO	MnO	K_2O	Na_2O	C	TiO_2	S
I	42,59	23,12	3,65	9,74	0,70	0,99	1,91	0,52	13,4	0,82	0,35
II	44,39	20,24	6,79	14,32	0,30	2,86	1,72	0,65	1,19	0,92	0,12
III	7,39	67,96	7,86	3,65	0,73	1,97	0,10	0,39	1,76	0,77	0,19

Продолжение таблицы 2

Номер пробы	Массовая доля элементов, %										
	P_2O_5	ZnO	In_2O_3	ZrO_2	BaO	SrO	CuO	Cr_2O_3	NiO	PbO	∑
I	0,16	0,024	0,158	0,043	0,108	0,072	-	0,045	-	-	99,800
II	0,32	0,020	0,151	0,012	0,161	0,150	-	0,067	0,016	-	95,868
III	0,16	1,800	-	-	-	0,028	0,047	0,151	-	0,062	96,938

Результаты химического анализа представлены а таблице 3.

Таблица 3 – Результаты химического анализа отходов

Номер пробы	Массовая доля элементов, %			
	$Fe_{общ}$	$Fe_{мет}$	FeO	C
I	10,11	1,71	7,90	13,00
II	14,15	0,57	3,60	1,34
III	59,74	12,28	23,17	2,60

Из приведенных результатов видно, что наибольшее содержание общего железа в третьей пробе (железосодержащие отходы).

С целью исследования возможности раздельного извлечения и дальнейшего использования отходов, накопленных в шламохранилище ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», нами была проведена серия из 32 опытов по их магнитной сепарации. Обогащение производилось на двух электромагнитных валковых анализаторах 138Т-СЭМ. Исследовалось влияние вида отходов, силы тока и величины зазора между пробой в лотке и валками электромагнитов. Проба массой 0,5 кг анализируемого материала фракции 0-1 мм подавалась в бункер, далее по лотку на валок электромагнита, где происходило отделение магнитной составляющей, которая собиралась через разгрузочные течки в емкости для сбора продуктов сепарации. После разделения готовые продукты в виде концентрата и хвостов подвергались повторному взвешиванию для определения выхода концентрата и хвостов.

Результаты проведенных экспериментов приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Результаты экспериментов по магнитной сепарации отходов

№ опыта	№ пробы	Величина зазора, мм	Сила тока, А	Выход концентрата, %
1	I	2	2,5	18
2		2	5,0	20
3		2	7,5	23
4		2	10,0	27
5	II	2	2,5	58
6		2	5,0	54
7		2	7,5	57
8		2	10,0	65
9	III	2	2,5	74
10		2	5,0	78
11		2	7,5	82
12		2	10,0	88
13	IV	2	2,5	15
14		2	5,0	30

№ опыта	№ пробы	Величина зазора, мм	Сила тока, А	Выход концентрата, %
15		2	7,5	28
16		2	10,0	31
17	I	1	2,5	27
18		1	5,0	33
19		1	7,5	32
20		1	10,0	35
21	II	1	2,5	76
22		1	5,0	59
23		1	7,5	57
24		1	10,0	59
25	III	1	2,5	76
26		1	5,0	83
27		1	7,5	94
28		1	10,0	98
29	IV	1	2,5	38
30		1	5,0	45
31		1	7,5	49
32		1	10,0	50

Изприведенных данных видно, что метод магнитной сепарации был наиболее эффективен для проб II (золошлаковые отходы) и III (железосодержащие шламы), выход концентрата для которых составил соответственно при зазоре 2 мм 54-65 % и 74-88 %, а при зазоре 1 мм – 57-76 % и 76-98 %. Содержание железа в полученных концентратах составляло 62-67 %.

Серия опытов была проведена с использованием метода математического планирования эксперимента [3]. В таблице 5 приведены уровни факторов и интервалы их варьирования. В качестве отклика была выбрана такая характеристика, как выход концентрата.

Таблица 5 – Уровни факторов и интервалы их варьирования

Обозначение фактора	Физическая величина фактора	Уровни факторов			Интервал варьирования
		– 1	0	+ 1	
x_1	Содержание $Fe_{общ.}$ в исходном материале	10	35	60	25
x_2	Сила тока I, А	2,50	6,25	10,00	3,75
x_3	Величина зазора, мм	1,0	1,5	2,0	0,5

Была реализована полуреплика плана полного факторного эксперимента 2^3 с определяющим контрастом $1 = x_1x_2x_3$.

В результате математической обработки опытных данных было получено следующее уравнение регрессии, адекватное в рассматриваемой экспериментальной области:

$$y = 40{,}75 + 14{,}25\ x_1 + 7{,}0\ x_2 + 18{,}0\ x_3 + 14{,}0\ x_1\ x_3 + 2{,}5\ x_1\ x_2 \qquad (1)$$

Полученное уравнение показывает, что наиболее сильное воздействие на выход концентрата оказывает величина зазора. Так, при уменьшении зазора с 2 до 1 мм выход концентрата увеличивается с 88 до 98 %. Вторым по значению фактором является содержание $Fe_{общ.}$ в исходном материале: чем это содержание выше, тем больше выход концентрата. Третий фактор (сила тока), а также парные взаимодействия, оказывают незначительное влияние на выход концентрата.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлена возможность обогащения отходов, накопленных в шламонакопителе ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», методом магнитной сепарации с получением железосодержащего концентрата.

Библиографический список

1. Юсфин Ю.С. Промышленность и окружающая среда: Учеб. для вузов / Ю.С. Юс-фин, Л.И. Леонтьев, П.И. Черноусов. – М.: Академкнига, 2002. – 469 с.
2. Волынкина Е.П., Зоря В.Н. Исследование способов обогащения отходов шламонакопителя ОАО «Западно-Сибирский металлургический комбинат» / Е.П. Волынкина, В.Н. Зоря // Известия вузов. Черная металлургия. – 2012. – № 4. – С. 60-64.
3. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 279 с.

УДК 669-1

ВОЗМОЖНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Жунусов А.К., Байсанов С.О.

ИнЕУ
г. Павлодар

ХМИ им. Ж. Абишева
г. Караганда

При производстве глинозема существующими методами образуется значительное количество отходов – красных шламов. Они содержат ряд полезных компонентов в концентрациях, представляющих промышленный интерес. Основным отходом производства глинозема Павлодарского алюминиевого завода (ПАЗ) является отвальный шлам. С отвальным шламом теряется 10-15 % глинозема, содержащегося в боксите. Поэтому отвальный шлам следует считать как одним из техногенных источников получения глинозема и железа.

В ветви Байера в начале процесса из технологического цикла выводятся «железистые пески». Железистые пески – высокожелезистая составляющая бокситов месторождений Казахстана. На ПАЗе была разработана технология вывода так называемых «вредных» примесей для глиноземного производства, содержащих Fe_2O_3. Химический состав отвального шлама и железистых песков представлен в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав отвального шлама и железистых песков

Компоненты	Fe_2O_3	Al_2O_3	CaO	SiO_2	TiO	CO_2	Na_2O	SO_3	Расход, т/час
Отвальный шлам	27-33	4,0-5,0	39-44	19-21	2,0	0,8-1,0	0,9-1,5	0,5-0,7	50
Железистые пески	55-60	17-20	4,5-5,7	6,2-8,2	2,0-3,0	9,0-12,0	0,5-0,8	2,2-3,0	250

С железитыми песками ежегодно отправляется на шламовое поле до 200 тыс. тонн Fe_2O_3, поступающего с бокситом. В современных условиях существуют технологии использования отходов металлургического производства без предварительного окускования, к примеру Ромелт – процесс [1].

Нами были отобраны пробы железистых песков на ПАЗе для получения окускованного продукта (агломерата) в лабораторных условиях. К недостаткам железистых песков можно отнести повышенную влажность и несоответствие гранулометрического состава (таблица 2) требованиям окомкования. Окомкование ускоряется с увеличением числа зародышей в шихте, а именно при увеличении количества возврата и зернистых руд, желательным является наличие в шихте мельчайших частиц. Наиболее неблагоприятное влияние на окомкование оказывает фракция 0,1-1,6 мм [2]. Именно в этот диапазон крупности попадают многие техногенные отходы и исследуемый материал (железистые пески).

Таблица 2 – Гранулометрический состав железистых песков

Фракция, мм	-0,06	-0,2-0,06	-0,5-0,2	-1-0,5	-3-1	-5-3
Ед. изм. %	2,0	14,7	43,2	20,5	6,8	12,8

Перед окомкованием железистый песок подвергался предварительной сушке при 100-150 °С в сушильной печи. Влажность материала была доведена до 15-20 %. В качестве агломерационной шихты использовали: железистый песок, окалину (20 %), коксовую мелочь (5 %), возврат (20 %). Смешивание и окомкование проводили в барабанном смесителе. Для лучшего окомкования железистого песка в смеси использовали отвальный шлам фракции 0-5 мм, так как отвальный шлам в составе имеет глинистую часть. За счет применения в составе агломерационной шихты отвального шлама улучшилось степень окомкования. В качестве топлива использовали отсев кокса КНР (таблица 3). Возврат использовался от предыдущего спекания. В качестве постели использовали железомарганцевый агломерат. Зажигательная смесь состояла из смеси древесных опилок и коксовой мелочи, слегка увлажненная водой. Запальная смесь – древесная стружка смоченная керосином.

Таблица 3 – Химический состав золы и технический состав кокса КНР, %

SiO_2	CaO	MgO	Al_2O_3	Fe_2O_3	A	V	W
44,8	13	7,1	12,9	14,4	25,4	5,4	7,4

Лабораторные исследования проводили на агломерационной установке Аксуского завода ферросплавов (АксЗФ). Параметры чаши: диаметр 205 мм, высота чаши позволяет спекать шихту до 500 мм. Агломерационная установка оснащена вакуумным насосом ВВН-8, термопарой ТХА, ВР

и автоматическим регистратором (АР) процесса спекания (фиксирующий температуру выхода газа, слоя шихты, время спекания и т.д).

Загрузку шихты осуществляли с помощью специального устройства, позволяющего значительно уменьшить сегрегацию и уплотнение шихты. Зажигание осуществлялось в течение одной минуты при разрежении 300-350 мм вод. ст. зажигательной и запальной смесью. Спекания проводили при постоянном разрежении под колосниковой решеткой 900 мм вод. ст. Показания термопар – температура в слое, температура отходящих газов, фиксировались на АР. Начало спекания определялось моментом воспламенения коксика, окончание процесса – по времени достижения максимальной температуры отходящих газов. Замер температуры отходящих газов производили термопарой (ХА), установленной на газоотводящей трубе. После окончания спекания пирог выгружали из чаши, охлаждали 10 мин на воздухе, взвешивали на лабораторных весах, затем сбрасывали с высоты 2 м на стальную плиту по ГОСТ 25471 – 82, после чего определяли выход классов (в том числе и годного фракции +8 мм). Далее пробы агломерата фракции +5-40 мм подвергались определению механической прочности по ГОСТ 15137 – 77.

Лабораторными спеканиями железистых песков было установлено: вертикальная скорость спекания – 12,5 мм/мин; удельная производительность – 0,77 т/м^2·час; барабанная прочность на удар – 77,9 %; температура в слое – 1220 °С. Химический состав агломерата приведен в таблице 4.

Таблица 4 – Химический состав агломерата (железистого) из железистых песков

Наименование материала	Химический состав, %								
	Fe	FeO	Fe_2O_3	Al_2O_3	SiO_2	CaO	MgO	S	P
Агломерат	38,06	24,94	54,41	15,82	11,36	4,96	4,86	0,59	0,066

Таким образом, дальнейшее исследование использования железистых песков в агломерации требует детальной проработки изучения физико-химических свойств данного материала. По результатам полученных данных можно судить о перспективе развития использования железистых песков в ферросплавной промышленности в качестве окускованного сырья (агломерат, окатыши, брикеты). Например, при производстве ферросиликоалюминия железную стружку можно заменить агломератом (железистым).

Библиографический список

1. Роменец В.А. «Ромелт» – полностью жидкофазный процесс получения металла // Известия Вузов. Черная металлургия, 1999. – № 11. – С. 13-23.
2. Коротич В.И. Основы теории и технологии подготовки сырья к доменной плавке. – М.: Металлургия, 1978. – 208 с.

УДК 691.5

СЫРЬЕВАЯ СМЕСЬ НА ОСНОВЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ И СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВЯЖУЩЕГО

СЕНКУС В.В., КОРОБЕЙНИКОВ А.П., КОНАКОВА Н.И.

Новокузнецкий институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Кемеровский государственный университет»
г. Новокузнецк

При подготовке бетонов вяжущее является их составной частью, определяющей качество продукции.

В работе [1] представлено вяжущее, содержащее: золошлаковую смесь 80-95 %, известь 5-20 %, щелочной активизатор 5-17 %, при этом золошлаковую смесь вместе с известью подвергают помолу до удельной поверхности 4500-5500 $см^2/г$.

Недостаток совместного помола золошлаковой смеси и извести заключается в том, что известь обладает низкой прочностью по сравнению с золошлаковой смесью.

В результате известь легко размалывается и образуется много мелкого класса извести, что замедляет процесс измельчения золошлаковой смеси. Одновременно образуется большое количество мелкой известковой пыли, что приводит к высокой запылённости в окружающей среде и требует применения специальных пылеуловителей мелкой известковой пыли [2]. При измельчении извести образуются частицы крупностью 1-3 мм, которые при хранении вяжущего интенсивно набирают влагу из воздуха, и в результате снижается качество вяжущего [2].

Недостаток этого вяжущего и способа изготовления заключается в низком качестве вяжущего М300-М400. Щлакощелочное вяжущее изготавливают путём помола смеси компонентов до удельной поверхности 700 $м^2/г$ [2].

В работе [3] представлено вяжущее шлакощелочное, которое содержит гипс двуводный 4-8 %, золошлаковую смесь, от сжигания каменного угля 82-93 %, активизатор твердения 3-10 %. В качестве активизатора применяют гидроксид натрия или калия, углекислый натрий или калий или их смесь. Шлакощелочное вяжущее изготавливают путем помола смеси компонентов до удельной поверхности 700 $м^2/кг$.

Недостаток вяжущего заключается в том, что активизатор твердения – щелочные соединения натрия и калия являются агрессивными и дефицитными веществами, а их применение их требует специальных методов защиты оборудования.

Способ приготовления вяжущего [4] заключается в том, что на первой стадии получают золошлаковую смесь, на второй - изготовляют вяжущее. Недостаток способа заключается в том, что применение щелочного реагента приводит к быстрому износу футеровочных плит и помольных

шаров, наблюдается неравномерная крупность помола щелочного реагента и золошлаковой смеси, снижается качество вяжущего и морозостойкость, увеличивается неравномерность твердения вяжущего во времени.

В настоящей работе для упрощение технологии приготовления вяжущего, снижение трудозатрат и количества технологических операций, использование в составе вяжущего, дешёвых, не дефицитных компонентов, а именно: природного минерала известняка в замен щелочных реагентов натрия и калия достигается тем, что в сырьевую смесь для приготовления вяжущего, включающую золошлак от сжигания каменного угля, в который добавляется каменный уголь и известняк для образования вяжущих минералов алита, белита и алюмосиликатов кальция в следующем соотношении % масс: известняк 75-85 %; остальное каменный уголь с зольностью 15-25 %.

Способ приготовления вяжущего, отличающийся тем, что полученную сырьевую смесь сжигают, отбирают сухую золо-шлако-известковую смесь, охлаждают сухими способами, добавляют 3-6 % гипса двуводного и размалывают смесь до крупности не менее 320 $м^2$/кг.

Сущность способа заключается в следующем.

Основными вяжущими минералами в цементах являются: алит $3CaO{\cdot}SiO_2$, белит $2CaO{\cdot}SiO_2$, которые получают путем взаимодействия CaO с силикатом SiO_2 по реакциям:

$$2CaO+SiO_2=2CaO{\cdot}SiO_2\ ; \quad (1)$$

$$3CaO+SiO_2=3CaO{\cdot}SiO_2. \quad (2)$$

Реакции протекают при температуре выше 900 °С, в результате которых получают клинкерные минералы.

Например, клинкер получают путём спекания известняка $CaCO_3$ с глиной SiO_2 при температурах выше 1600 °С, где протекают следующие реакции:

$$CaCO_3+SiO_2=CaO{\cdot}SiO_2+CO_2\ ; \quad (3)$$

$$2CaCO_3+SiO_2=2CaO{\cdot}SiO_2+2CO_2; \quad (4)$$

$$3CaCO_3+SiO_2=3CaO+SiO_2+3CO_2. \quad (5)$$

Известково-шлаковые вяжущие получают по реакциям (1, 2).

В портландцементе основным компонентом является алит $3CaO{\cdot}SiO_2$, содержание его должно составлять 45-60 %, содержание белита 20-30 %.

В цементах содержатся алюминаты кальция Ca_3Al 3-15 % и алюмоферраты кальция C_4AF-10-20 %.

Каменные угли содержат значительное количество минеральных примесей (пустая порода), которые при сжигании образуют золошлаковую смесь. Золошлаковую смесь можно использовать для изготовления вяжущих, для чего в качестве активизатора рекомендуется применять щелочи, а для образования алита, белита алюминатов кальция и алюмоферратов кальция необходимо применять известь (CaO).

Предлагается в шихту добавлять известняк ($CaCO_3$), который при высоких температурах горения угля реагирует с силикатами (SiO_2) и с дру-

гими минералами породы с образованием алита $3CaO+SiO_2$, белита $2CaO+SiO_2$, алюмината кальция $CaO+Al_2O_3$ и алюмоферрата кальция. Для этого определяют химический состав минеральной массы (породы) в угле в стехиометрическом соотношении добавляют известняк ($CaCO_3$), и сжигают смесь угля с известняком.

В результате получают два продукта: массу близкую по составу к клинкеру и тепловую энергию. Процесс можно осуществлять на любой котельной или ТЭЦ.

Клинкер отбирают из топки котельной, охлаждают сухим способом, смешивают с двуводным гипсом и подвергают измельчению в цементных мельницах.

Образцы испытывали в возрасте 28 суток.

Испытание на морозостойкость выполнили по ГОСТу 7025-78.

Качество полученного вяжущего соответствует цементу марки М400. Предлагаемое вяжущее по качеству соответствует современным требованиям ГОСТов и может быть использовано для производства бетонов, железобетонов, штукатурных и кладочных растворов, для сухих смесей.

Разработанный способ позволяет утилизировать отходы производства и создать базу для производства дешёвых строительных материалов.

Предлагаемое вяжущее может быть изготовлено на любом цементном заводе, не требует дополнительных оборудования и процессов.

Библиографический список

1. Патент РФ № 2243176. Вяжущее и способ ео приготовления. МПК С 04 В 7/28, 27.12.2004.
2. Волженский А.В., Буров Ю.С., Колокольников В.С. Минеральные вяжущие вещества. – М. :Стройиздат, 1979. – 472 с.
3. Патент РФ № 2405745. Вяжущее шлакощелочное и способ его приготовления. МПК С 04 В 7/153 (2006.01).
4. Ларионова З.М. Никитина Л.В. Гарашин В.Р. Фазовый состав, микроструктура и прочность цементного камня и бетона. – М. Стройиздат, 1977. – С. 262.

УДК 504.064

ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИВОТНО-ВОДЧЕСКИХ ОТХОДОВ

Брюханова Е.С., Ушаков А.Г., Ушаков Г.В.

Кузбасский государственный технический университет г. Кемерово

Известно, что животные плохо усваивают энергию растительных кормов и более половины переходит в навоз и помет – биомассу, которая является ценным органическим удобрением и является при этом источни-

ком газообразного топлива. Концентрация животных на крупных фермах и комплексах обусловили увеличение объема отходов. На рисунке 1 показан рост количества ежегодно образующейся биомассы в России по годам [1, 2, 3].

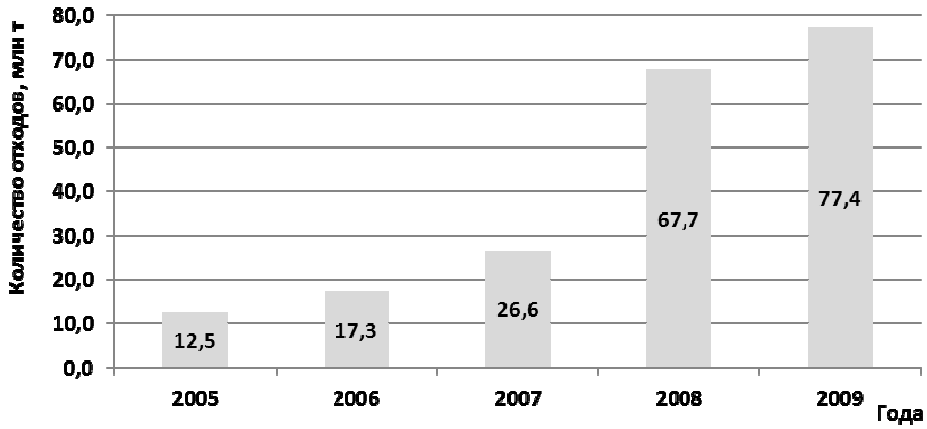


Рисунок 1 – Динамика образования отходов сельского хозяйства (Россия)

На сегодняшний день в России нет общепринятого способа утилизации биомассы животноводства. В большинстве своем отходы складируются на близлежащих территориях или вывозятся на поля. Однако в соответствии со статьей 47 закона №7-РФ объекты сельскохозяйственного назначения должны иметь необходимые санитарно-защитные (СЗЗ) зоны и очистные сооружения, исключающие загрязнение почв, поверхностных, подземных вод, водосборных площадей, атмосферного воздуха [4, 5].

Наиболее перспективная технология переработки и утилизации биомассы – анаэробное сбраживание. Рассматриваемая технология проработана в лабораторных условиях [6] и показано, что при ее реализации возможно получение биоудобрения, биогаза и других экологически чистых продуктов [7]. Доказана рентабельность данной технологии [8].

Процесс анаэробного сбраживания органосодержащих отходов осуществляется в биогазовых установках, различающихся конструкцией реактора, типом газгольдера, видом запорной арматуры, наличием или отсутствием системы подогрева и перемешивания, а также отличающиеся методом загрузки сырья и т. п. Главным аппаратом для проведения этого процесса является реактор. Именно от его конструкции во многом зависит время протекания процесса, эффективность переработки, условия труда обслуживающего персонала, капитальные затраты, часто и конструкция, расположение, специфика остальных аппаратов для обработки остатка после сбраживания и биогаза.

Целью данной работы является анализ основных видов и конструкций реакторов-метантенков, принципов их функционирования, а также подбор на основании проведенного анализа наиболее подходящего типа установки для условий Кемеровской области.

Особенности функционирования биогазовых установок в Западной Сибири связаны с резко континентальным климатом, когда температура

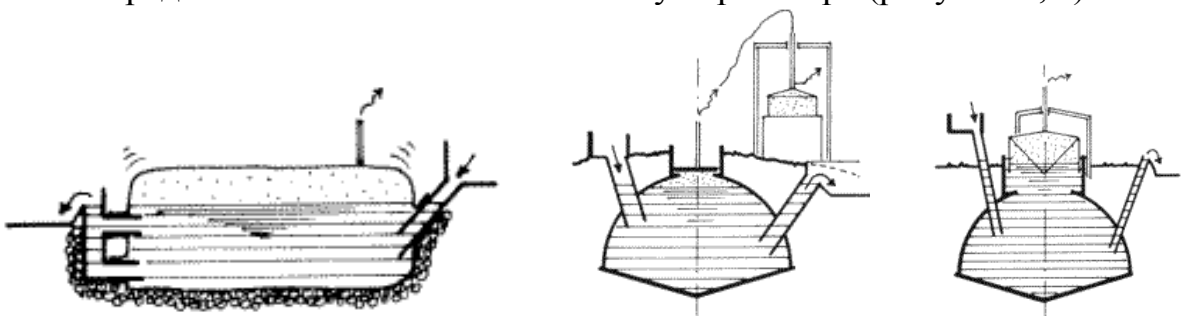
воздуха может опускаться до -40…-50 °С. Наличие низких температур длительное время года, а также возможность их частых перепадов очень существенно сказывается на процессе анаэробного сбраживания, поскольку он должен проводиться при соблюдении строго фиксированного температурного интервала: 35-37 °С, или 57 °С. Важно сделать и максимально удобными условия труда для рабочих и по возможности свести к минимуму необходимость в большом количестве операций по загрузке сырье и выгрузке продуктов переработки. Низкая температура воздуха приводит к необходимости потребления дополнительного количество топлива для обогрева реактора-метантенка, что сказывается на финансовых затратах, а следовательно и на рентабельности проекта. Поэтому в некоторых случаях делают вывод о невыгодности или даже о невозможности внедрения биогазовых территорий в Сибирских условиях.

Однако определяющим успешность всего проекта, является выбор типа и конструкции реактора-метантенка, благодаря чему можно значительно снизить воздействие низких температур на процесс сбраживания.

В зависимости от расположения реактора-метантенка относительно поверхности земли, можно выделить подземные и надземные установки.

Среди конструкций подземных реакторов выделяют три основных вида биогазовых установок [9-11]:

▪ баллонная установка. Имеет пластиковый корпус, где в нижней части находится сбраживаемый отход, а в верхней – скапливается образующийся в процессе сбраживания биогаз. Давление газа достигается за счет эластичности баллона (пластикового купола) и при размещении определенного веса сверху купола. Загрузочное и загрузочные каналы находятся непосредственно в пластмассовом кожухе реактора (рисунок 1, а).



а б в

Рисунок 1 – Конструкции подземных реакторов-метантенков: а – баллонная установка; б – установка с фиксированным куполом, оснащенная газгольдером; в – установка с плавающим куполом (купол установлен в сбраживаемой биомассе)

Материалом для данной установки являются УФ-стойкий и стабилизированный синтетический каучук. Баллонные установки могут выполняться как в горизонтальном, так и в вертикальном исполнении.

Преимущества данного вида установки – низкая конструкционная стоимость, стойкость к высоким температурам, легко обслуживается, очи-

щается и опорожняется. Персоналу для строительства подобной установки, не требуется специального образования.

Недостатки – может иметь относительно короткий срок службы (обычно не превышает 2-5 лет) из-за прорывов, трещин, т. е. из-за высокой восприимчивости к механическим повреждениям. Из-за отсутствия возможности интеллектуального и новаторского вмешательства в конструкцию и функционирование аппаратов, потенциал самоусовершенствования баллонной установки весьма ограничен.

Установки баллонного типа можно размещать на территориях, где отсутствует вероятность повреждения кожуха.

▪ установка с фиксированным куполом.

Состоит из реактора, где непосредственно происходит сбраживание, и фиксированного, неподвижного газгольдера, который располагается сверху реактора.

В процессе сбраживания образуется биогаз, который вытесняет жидкую биомассу в компенсационный резервуар. Газовое давление под сводом купола увеличивается с увеличением массы собранного газа, а также с увеличением разницы между уровнем сырья в реакторе и его уровнем в компенсационном резервуаре.

Основным материалом для строительства подобных установок являются: каменная кладка, цемент и железобетон. При эксплуатации в районах с холодным климатом, установку рекомендуется изолировать теплоизоляционными материалами.

Преимущества – относительно низкие стоимости конструирования. Отсутствие перемещающихся деталей и ржавеющих стальных частей, что определяет их долговечность (20 и более лет) при правильном строительстве. Подземное строительство может сэкономить место и защитить реактор от осадков и температурных изменений окружающей среды. Применение таких установок обеспечивает возможность привлечения квалифицированных рабочих, изменения и модернизации конструкции аппарата.

Недостатки – часто возникают проблемы с газонепроницаемостью кладки, поэтому строительство должно контролироваться опытными специалистами. Стенки реактора необходимо окрашивать водо- (нижняя часть) и газонепроницаемыми (верхняя часть) красками (латексные или синтетические краски). В подобных установках возможен разрыв кладки между верхней и нижней частями реактора вследствие гидростатического давления поднимающихся вверх газов. Чтобы избежать этого необходимо строительство «гибкого кольца» в разрывоопасных частях установки. Затруднения вызывает и непостоянство газового давления, которое существенно зависит от объема собранного газа. Данная проблема решается установкой регулятора давления – газгольдер и т. п. (см. рисунок 1, б) [12].

▪ установка с плавающим куполом.

Состоит из подземного реактора и перемещающегося газгольдера (см. рисунок 1, в) [12-15]. Газгольдер может устанавливаться непосредст-

венно на жидкой биомассе или в собственном водном бассейне. Газ, собранный в верхней части установки поднимает вверх купол (при увеличении количества газа) или опускает вниз (при уменьшении количества газа). Купол удерживается в вертикальном состоянии благодаря специальной рамочной системе. Нижняя часть реактора-метантенка в основном изготавливается из кирпичей, цемента или камня; верхняя часть – из стали, окрашенный масляной или синтетической краской. Причем реактор будет лучше сохранять тепло, если купол будет окрашен в черный или красный цвета, так как лучше воспринимает солнечное излучение.

Преимущества установки – установка довольно герметична, проста в строительстве и эксплуатации: объем образовавшегося газа можно увидеть непосредственно по высоте купола. Его весом определяется неизменное давление газа. Купол, оснащенный сварными уголками, при вращении способен разбивать поверхностную корку.

Недостатки – высокие материальные затраты стальной конструкции, при замене стального купола на воздушный шар можно уменьшить стоимость установки, однако возможность повреждения купола и утечки газов. Стальных части восприимчивы к коррозии, потому срок службы таких установок меньше чем установок с фиксированным куполом (до 15 лет; в тропических и прибрежных областях до 5 лет).

Наибольшее распространение получили конструкции реакторов надземного исполнения, в частности схожие с конструкцией подземных реакторов с неподвижным колоколом [15-19]. Они имеют преимущества и недостатки. Отличаются легкостью в обслуживании, ремонте, обеспечивают свободный доступ персонала к установке, меньше трудностей при выгрузке продуктов. К недостаткам относится б*о*льшая чувствительность к перепадам температур, необходимость в обработке поверхности (покраска, удаление ржавчины и т. д.), для строительства реакторов больших объемов необходима достаточная территория.

Надземные установки классифицируются по конструкции (вертикальные, горизонтальные, нестандартные) и форме реактора: цилиндрические биогазовые установки располагаются горизонтально (если установка непрерывно работающего типа), и вертикально (при циклично работающей установке). Эллипсоидные биогазовые установки имеют форму, близкую к яйцеобразной. С точки зрения процесса биометаногенеза такая форма реактора наиболее оптимальна – в ней происходят процессы естественного перемешивания, а также отвода стока сброженного остатка. Строятся биогазовые установки подобной формы из бетона или возводятся из кирпича [9]. Кроме того, существуют реактора нестандартной конструкции. В частности двухкамерный реактор U-образной формы, биогазовые установки с реактором, разделенным на сообщающиеся между собой секции [20, 21] и другие.

Вне зависимости от конструкции реакторов необходимо предусмотреть устранение техногенных рисков и повышение промышленной безопасности процессов анаэробной переработки отходов [22].

Подземное расположение реактора применительно к частным фермерским подворьям для условий Сибири является наиболее приемлемым и довольно перспективным направлением. Для этого подходят установки с фиксированным куполом, оснащенные газгольдером. При строительстве их под землей, усредняются температурные перепады, и снижается негативное влияние отрицательных температур, а, следовательно, и значительные финансовые затраты на энергоносители для поддержания теплового режима процесса, нет необходимости в закупке дорогостоящих теплоизоляционных материалов, выдерживающих низкие температуры. Строительство установок осуществимо в условиях нехватки территории, возможно использование непригодных для иных целей герметичных емкостей, имеющиеся в наличии, что снизит капитальные затраты.

Для крупных животноводческих предприятий возможно строительство как подземных, так и надземных установок. Определенный выбор той или иной конструкции установки диктуется наличием соответствующих экономических и материальных ресурсов, конкретными условиями эксплуатации.

Библиографический список

1. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2003 году». – М.: АНО «Центр международных проектов», 2004. – 494 с.
2. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2006 году». – М.: АНО «Центр международных проектов», 2007. – 494 с.
3. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2009 году» [Электронный ресурс]. – URL: http://www.mnr.gov.ru/regulatory/detail.php?ID=98694
4. Федеральный закон РФ "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ.
5. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03.
6. Ушаков Г.В., Ушаков А.Г., Брюханова Е.С. Биотехнологические процессы в комплексной переработке отходов животноводства и птицеводства // Доклады XI международной научно-практической конференции «Химия XXI век: новые технологии, новые продукты». – г. Кемерово: Кузбасский государственный технический университет, 2008 – С. 73-74.
7. Брюханова Е.С., Ушаков А.Г. Биогазовые технологии – решение проблемы качественной утилизации органических отходов // Труды X Всероссийского студенческого научно-технического семинара «Энергетика: экология, надежность, безопасность. – Томск: ТПУ, 2008. – С. 255-259.
8. Брюханова Е.С., Ушаков А.Г. Получение биогаза из органосодержащих отходов птицеводства в лабораторном биореакторе // Сборник трудов XIV Международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и

технологии». – Томск: Томский политехнический университет, 2008. – С. 340-342.
9. В. Баадер, Е.Доне, М. Бренндерфер. Биогаз: теория и практика (Пер. с нем.).- М.: Колос, 1982. – 148 с.
10. Веденев А.Г., Веденева Т.А., ОФ «Флюид». Биогазовые технологии в Кыргызской Республике. — Б. Типография «Евро», 2006. — 90с.
11. Веденев А.Г., Маслов А.Н. Строительство биогазовых установок. Краткое руководство. – Б.: «Евро», 2006. – 28 с.
12. Werner Kossmann, Uta Ponitz. Biogas Digest// V. 1. – 2004. – 51 p.
13. А. с. RU 2226047 МКИ A01C3/02, 2003. Реактор для анаэробного сбраживания жидких органических отходов, А.Г. Пузанков [и др.] – Опубл. в 2004.
14. А. с. 2004952 МКИ RU C1 5 A01C3/00, 1992. Биогазовая установка анаэробного сбраживания фекальных масс / Промышленно-внедренческая коммерческая фирма «ПРОНКОМ», Л.Г. Голубев [и др.] – Опубл. в Б.И., 1993. – №. 47-48.
15. А. с. 112233 СССР, МКИ A1 6 A01C3/02, 1958. Резервуар-бродильник для сбраживания навозной массы и получения биогаза, И.Б. Крепис, 1957.
16. А. с. 552308 СССР, МКИ A1 6 C02F11/04, C02F103:00, 1975. Метантенк / Всесоюзный научно-исследовательский институт по охране вод, М.И. Невзоров [и др.] – Опубл. в Б.И., 1977. – №. 12.
17. А. с. 791652 СССР, МКИ A1 7 C02F11/04, C02F103:00, C02F103:20, C02F103:22, 1978. Метантенк / Киевский технологический институт пищевой промышленности, С.Г. Кучеренко – Опубл. в Б.И. № 48.
18. А. с. 1684264 СССР, МКИ A1 7 C02F11/04, C02F103:20, 1991. Устройство для сбраживания биомассы / Московский научно-исследовательский и проектно-изыскательский институт «Мосводоканал НИИпроект», Л.И.Монгайт [и др.] – Опубл. в Б.И., 1991. – № 38.
19. А. с. RU 2162626 МКИ C1 A01C3/00, C02F11/04, 1999. Способ последовательного пофазного анаэробного сбраживания разжиженных органических отходов и устройство для его осуществления, Т.Я. Андрюхин – Опубл. в 2001.
20. А. с. 165017 СССР, МКИ A1 C02F11/04. Устройство для производства биогаза из навозной жижи / Научно-производственное объединение «Солнце» АН ТССР, К. Келов [и др.] – Опубл. в Б.И., 1991. – № 19.
21. А. с. 2065408, МКИ C02F3/28, 1996. Биогазовая установка / Институт проблем морских технологий Дальневосточного отделения РАН, А.К. Ильин [и др.] – Опубл. 1996.
22. Брюханова Е.С., Ушаков А.Г., Ушаков Г.В. Управление техногенными рисками при разработке процессов комплексной переработки органических отходов / 3-я международная научно-практическая конференция «Управление отходами – основа восстановления экологического равновесия в Кузбассе». – Новокузнецк, 2010. – С. 167-171.

УДК 628.336.3 : 667.622.117.225

ТЕХНОЛОГИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ШЛАМОВ ВОДООЧИСТКИ

ЛУКАШЕВИЧ О.Д., УСОВА Н.Т.

Томский государственный архитектурно-строительный университет
г. Томск

Вовлечение промышленных отходов в экологически чистые инновационные технологии – одно из важнейших направлений стратегии устойчивого развития.

На территории Сибири и Дальнего Востока для промышленного и хозяйственно-бытового потребления используются подземные воды с высоким содержанием природного загрязнителя – железа. При водоподготовке из таких вод выделяется бурый осадок, в состав которого входят, в основном, оксидно-гидроксидные формы железа. Этот крупнотоннажный отход представляет ценность как вторичное сырье, однако практически не используется в нашей стране, в то время как за рубежом его применяют в металлургии, строительстве, неорганическом синтезе, сельском хозяйстве. Накапливаясь на иловых площадках или будучи сброшенным в водоемы и водотоки, железистые шламы значительно загрязняют окружающую среду.

Нами была поставлена задача получения дешевых отечественных пигментов на основе железооксидного шлама – отхода водоочистки. Полученные железооксидные пигменты можно использовать при производстве объемно-окрашенных изделий: тротуарной плитки, бордюрного камня, облицовочных плит, композиционных жидкостекольных материалов, термостойких и защитных покрытий. Работа включала ряд взаимосвязанных этапов.

1. Проведен эколого-технологический анализ эффективности работы существующих схем и технологий, принятых на сооружениях по вторичной переработке сточных промывных вод станции обезжелезивания Томского водозабора из подземных источников. Уточнены параметры технологий очистки и обработки образующихся осадков механическими и физико-химическими методами, выявлены резервы интенсификации их работы. Разработана ресурсосберегающая химико-технологическая система очистки высокожелезистых подземных вод с переработкой отходов. Предлагаемая технология позволяет вернуть очищенную промывную воду в производственный цикл, выделить железооксидный шлам (ЖОШ), пригодный для вторичной переработки, и предотвратить сброс неочищенных сточных вод с высоким содержанием железа в водоемы или на иловые площадки, занимающие большие территории, пригодные для земледелия, строительства и других целей. Это крайне важно для урбанизированных территорий, не имеющих централизованных очистных сооружений.

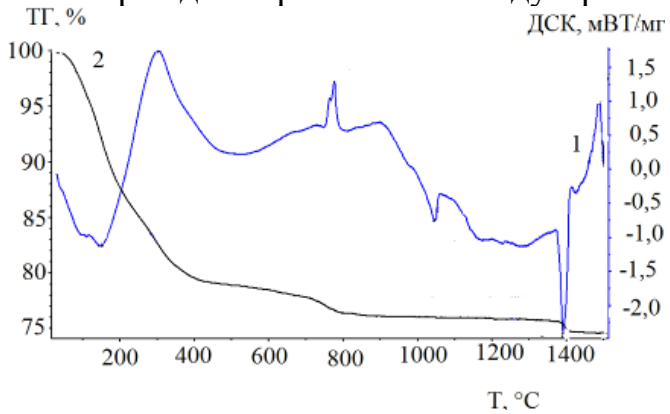
Выполнено физико-химическое изучение химических превращений, протекающих при выделении и переработке железооксидного шлама – отхода водоподготовки. Установлены химический и фазово-дисперсный со-

ставы ЖОШ, исследована кинетика его отстаивания. Как следует из результатов РФА, в качестве основной фазы в ЖСШ преобладают аморфные не закристаллизовавшиеся продукты. В виде кристаллической фазы идентифицируются в осадках кальцит (d/n=0,3854; 0,3028; 0,2487; 0,1869 нм), гетит и α-гидрогетит (d/n=0,4168; 0,2450; 0,1690; 0,1570 нм). ЖОШ не содержат токсичных элементов, способных ограничить применение этого техногенного сырья.

2. Рассмотрены научно-практические аспекты использования электрохимических методов для разрушения устойчивой системы «вода – железооксидный шлам». Разработаны элементы данных технологий – проточный электрохимический модуль, конструкция устройства для очистки сточной железосодержащей воды. Установлены оптимальные режимы электрохимической обработки воды с помощью электрокоагуляторов с высокой энергоэффективностью, различающихся условиями воздействия. Устройства обеспечивают десятикратное увеличение скорости осаждения ЖСШ из промывной воды при оптимальном времени обработки 4 мин. Предложена схема, предусматривающая процессы отстаивания (первичного), электрокоагуляции, перемешивания и отстаивания (вторичного). Выявлено влияние pH, примесей органических веществ, материала электродов на эффективность процесса электрокоагуляции. Выделение железосооксидного шлама обеспечивается без использования реагентов и энергоемких дорогостоящих выпарных аппаратов.

3. Выработаны рекомендации по использованию ЖОШ в технологических схемах очистки сточных вод гальванических цехов, содержащих тяжелые металлы. Выявлены оптимальные режимы, обеспечивающие высокий эффект извлечения из сточных вод свинца, цинка, меди. Получены количественные закономерности равновесия, кинетики и динамики процессов.

4. Установлены закономерности термической деструкции минералов, входящих в состав ЖОШ (рисунок 1). Изучена возможность использования железооксидного шлама – отхода водоподготовки в качестве вторичного сырья для строительной индустрии.



1 – кривая ДСК, 2 – кривая ТГ

Рисунок 1 – Термограмма образца железооксидного шлама

Элементный, фазовый состав и морфология минералов ЖСШ претерпевают изменения при обжиге, что сказывается на их окраске. Выявлены диапазоны температур, варьирование которых позволяет получить желтый, коричневый, кирпично-красный, и черный пигменты.

5. Разработана ресурсосберегающая технология процесса получения коричневого и красного пигментов из железооксидного шлама путем его термообработки (рисунок 2). Определены область применения метода, удельные энергозатраты, оптимальные параметры процесса.

$$FeOOH \xrightarrow{200\text{-}450^\circ C} \gamma\text{-}Fe_2O_3 \xrightarrow{500\text{-}800^\circ C} \alpha\text{-}Fe_2O_3 \xrightarrow{1050^\circ C} Fe_3O_4$$

желтый - H_2O *коричневый кирпично-красный черный*

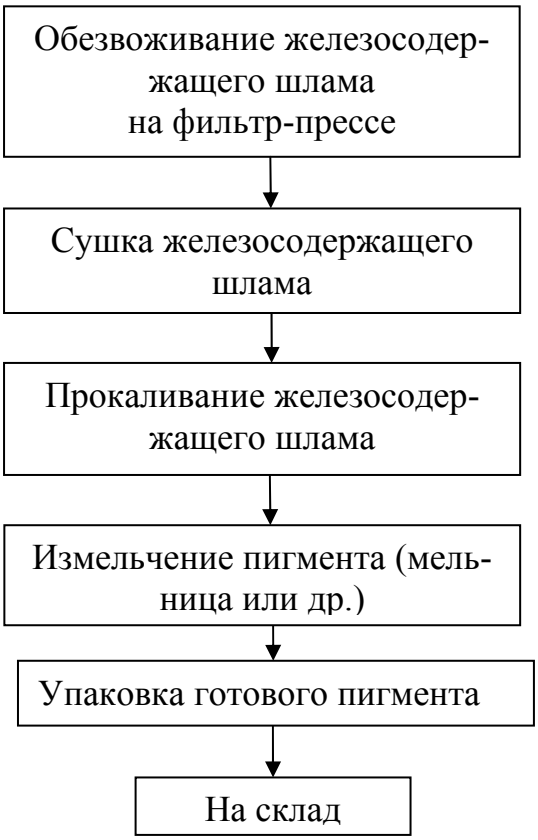


Рисунок 2 – Технологическая схема получения железооксидных пигментов из шлама станции водоподготовки

Комплексом физико-химических методов анализа установлено, что в составе полученного кирпично-красного пигмента преобладающей фазой является α-гематит (d/n= 0,3673; 0,2694; 0,2511; 0,2203; 0,1838; 0,1692; 0,1484; 0,1451 нм). Отмечены также дифракционные всплески, характерные для гидросиликата алюминия и калия $KAlSiO_4 \cdot H_2O$ (d/n=0,3948; 0,2917; 0,228 нм), кинжиита $Na_3Mn_3Mg_2Al_2(PO_4)_6$ (d/n=0,6192; 0,3021; 0,2917; 0,2855; 0,2694; 0,2579; 0,2383; 0,2203; 0,2044; 0,1957; 0,1911; 0,1804; 0,1638; 0,1484; 0,1348 нм), хлор-апатита $Ca_5(PO_4)_3Cl$ (d/n=0,3396; 0,2855; 0,2762; 0,2044; 0,1957; 0,1911; 0,1838; 0,1692; 0,1665 нм). Размеры частиц пигмента составляют 124 нм. Мелкодисперсные частицы в сочетании с более крупными частицами наполнителей могут способствовать упрочнению структуры при использовании пигмента для получения объемноокрашенных бетонов и жидкостекольных композиционных материалов. Исследование физико-химических свойств кирпично-красного пигмента показали, что он полностью соответствует установленным требованиям на природный пигмент – железный сурик.

6. Обоснована и экспериментально подтверждена возможность использования из железооксидного шлама для производства композиционных строительных материалов. Определены количественные характеристики и оптимальные режимы обработки сырьевых смесей, обеспечивающие получение высококачественных изделий.

Показано, что в жидкостекольных композитах частицы пигмента равномерно распределяются по объему сырьевой смеси $CaO–Na_2O \cdot 3SiO_2 \cdot nH_2O$, адсорбируют на своей поверхности продукты обменной реакции и выступают в роли центров образования и кристаллизации этих продуктов, что положительно сказывается на увеличении прочности изделий. Примеси алюминия и калия переходят из пигмента в жидкое стекло и участвуют в образовании нитевидных кристаллов диаметром до 2 мкм калиево-алюминиевого гидросиликата $KAl[Si_7O_{19}] \cdot 5H_2O$.

УДК 625.855.4:691.16

ПРИМЕНЕНИЕ ОТРАБОТАННЫХ ВОЛОКНИСТЫХ СОРБЕНТОВ – СБОРНИКОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ

ЕФАНОВ И.Н., ЛУКАШЕВИЧ В.Н.

Томский государственный архитектурно-строительный университет
г. Томск

На нынешнем этапе развития, человечество активно использует углеводородное сырье для решения энергетических проблем. Однако, при добыче и транспортировке нефти и нефтепродуктов происходят аварии, в результате которых, по информации, представленной Greenpeace, только в России теряются от 10 до 20 миллионов тонн нефти. Загрязняются огромные площади на суше, в морях и океанах. В результате на акватории морей и океанов, подвергшейся загрязнению, гибнут животные и растения, средой обитания которых является вода, загрязняется прибрежная зона, что особенно вредно для тех мест, где сосредоточены пляжи и зоны отдыха населения. Загрязненные участки поверхности земли становятся непригодными для землепользования.

Для устранения вредного воздействия на окружающую среду разливов нефти и нефтепродуктов могут использоваться волокнистые сорбенты. Насыщенные собранными веществами сорбенты подвергают центрифугированию и используют вновь. После пятидесяти циклов поглощения – центрифугирования сорбенты считаются отработавшими свой ресурс и должны быть утилизированы. Основные способы утилизации, существующие в настоящее время, предусматривают их сжигание или захоронение. Эти методы нельзя назвать эффективными, поскольку они наносят вред окружающей среде. Более эффективным методом утилизации отработанных волокнистых сорбентов, предназначенных для локализации и сбора пролившихся нефти и нефтепродуктов, является их использование в составе асфальтобетонных смесей.

Введение в асфальтобетонную смесь дисперсной арматуры из волокнистых сорбентов–сборников нефти и нефтепродуктов положительно влияет на характеристики асфальтобетонов по двум направлениям: дисперсная арматура улучшает их физико-механические свойства и реологические характеристики, а содержащиеся в сорбентах нефть, либо другое углеводородное сырье, приводят к снижению интенсивности избирательной фильтрации компонентов нефтяного битума и улучшению его свойств в адсорбционном слое. В результате повышается сдвигоустойчивость асфальтобетона при положительных температурах и эластичность пленок битума при отрицательных температурах. Это снижает вероятность возникновения сдвиговых деформаций в летний период, интенсивность трещинообразования в зимний период, замедляет старение асфальтового вя-

жущего и приводит к увеличению срока службы асфальтобетонных покрытий.

В результате исследований, проведенных авторами установлено, что процессы избирательной фильтрации компонентов нефтяного битума, выявленные Л.Б. Гезенцвеем, В.М. Смирновым, И.М. Борщ, Л.С. Терлецкой, могут быть ограничены или вовсе прекращены при введении в асфальтобетонную смесь дисперсной арматуры из волокнистых сорбентов, содержащих нефтепродукты или другие активные органические материалы.

Применение отработанных волокнистых сорбентов для дисперсного армирования асфальтобетонов позволяет реализовать двухстадийную технологию введения органических вяжущих при производстве асфальтобетонных смесей. На первой стадии вводятся волокнистые сорбенты, пропитанные нефтью – вяжущим, имеющим высокую адгезию к поверхности минеральных материалов; на второй стадии – добавляется нефтяной битум, обеспечивающий хорошую когезию. Процесс включает операции: введение минеральных материалов, их перемешивание, введение подготовленного расчетного количества дисперсной арматуры из волокнистых сорбентов, с установленным содержанием нефтепродуктов, перемешивание минеральных материалов с армирующими волокнами, введение нефтяного битума и окончательное перемешивание.

На первой стадии высокоактивные компоненты нефти, вступая в химическое взаимодействие с поверхностью минерального материала, обеспечивают наличие хемосорбционных связей с образованием водонерастворимых соединений. В процессе избирательной фильтрации активные компоненты проникают по порам и капиллярам внутрь минерального материала, взаимодействуя с их поверхностью. В результате этих процессов происходит кольматация пор и капилляров минерального материала компонентами вяжущего, используемого на первой стадии.

На второй стадии, при обработке полученной органоминеральной смеси нефтяным битумом, процесс избирательной фильтрации компонентов нефтяного битума в поры и капилляры минерального материала не происходит, так как эти поры и капилляры уже заполнены компонентами органического вяжущего на первой стадии. Следовательно, адсорбционные слои нефтяного битума на поверхности минеральных материалов не обедняются низкомолекулярными фракциями, что положительно скажется на их эластичности при отрицательных температурах. За счет этого повышается трещиностойкость асфальтобетонных смесей и их долговечность.

Предложенная технология позволяет получить на поверхности минеральных материалов АБС наложение (суперпозицию) двух слоев структурированных органических вяжущих. При этом слой нефтяного битума, обладая более высокой водостойкостью, будет предохранять слой смолы от воздействия влаги, а слой смолы обеспечит высокую адгезию и существенное снижение избирательной фильтрации низкомолекулярных компонентов нефтяного битума, что снизит интенсивность старения асфальтобетонного покрытия.

Для подтверждения выдвинутых гипотез о химизме процессов, протекающих при формировании поверхностных структур в АБС, были проведены исследования с применением методов ИК-спектроскопии. В качестве вяжущего, применяемого на первой стадии, была взята смола сланцевых и каменноугольных фусов. Смола была получена путем центрифугирования волокнистых сорбентов, использованных для ликвидации разливов при авариях на фусохранилищах. В связи с тем, что значительное влияние на старение органического вяжущего имеют полуторные оксиды, содержащиеся в минеральных материалах, исследовались смеси органических вяжущих с химически чистым оксидом железа. Инфракрасные спектры снимались при помощи двухлучевого спектрофотометра ИКС-29.

Анализ спектров показал присутствие в сланцевых фусах широких полос поглощения, в области от 3000 до 3799 $см^{-1}$, свидетельствующих о колебании свободных или ассоциированных групп ОН и подтверждающих наличие фенольных соединений. В спектрах сланцевых фусов наблюдаются также полосы поглощения при 1050 и 1100 $см^{-1}$, связанные с валентными колебаниями групп С-ОН. Исчезновение этих полос поглощения при переходе от "чистых" фусов к их смеси с оксидом железа также можно объяснить активным взаимодействием карбоновых кислот с оксидом. В результате этого взаимодействия оксид железа, являющийся катализатором процессов старения органического вяжущего, нейтрализуется.

Для оценки влияния сланцевых фусов на процессы старения, асфальтовое вяжущее, приготовленное путем смешения нефтяного битума с оксидом железа, а также нефтяного битума с оксидом железа, модифицированного сланцевыми фусами, подвергалось термическому старению при температуре 160 °С в течение 72 часов и производилась съемка инфракрасных спектров. В качестве критерия оценки интенсивности старения была принята глубина карбонильного поглощения при 1600 $см^{-1}$, свидетельствующая о наличии ароматических соединений в смеси.

Анализ ИК-спектров показал, что смеси оксида железа и нефтяного битума характеризуются менее интенсивной полосой карбонильного поглощения, нежели смесь нефтяного битума и оксида, модифицированного сланцевыми фусами. Это свидетельствует о более высокой концентрации ароматических соединений в смеси нефтяного битума и оксида железа, модифицированного сланцевыми фусами, что можно объяснить замедлением процессов образования асфальтенов из низкомолекулярных фракций нефтяного битума вследствие нейтрализации полуторных окислов как катализаторов старения в ходе их взаимодействия с фенолами.

Исследование процессов избирательной фильтрации компонентов органического вяжущего при дисперсном армировании асфальтобетонных смесей было проведено также с применением метода люминесцентного анализа. В основе этого метода лежит способность компонентов нефтяного битума люминесцировать под воздействием ультрафиолетовых лучей. Каждый компонент при этом люминесцирует своим цветом, имеющим определенные характерные особенности. Цвета и оттенки видимой части спектра люминесценции компонентов нефтяного битума достаточно хорошо

изучены. Асфальтены светятся темно-коричневым цветом. Смолы люминесцируют коричневым и кремовым цветами. Голубые, синие, зеленые, желтые цвета люминесценции характерны для масел. Метод люминесцентного анализа позволяет получить достаточно наглядную картину распределения компонентов битума в минеральном материале.

Целью эксперимента являлось доказательство отсутствия либо существенного снижения интенсивности избирательной фильтрации компонентов нефтяного битума при применении волокнистых сорбентов, содержащих собранное углеводородное сырье для дисперсного армирования асфальтобетонных смесей. В качестве собранного углеводородного сырья была использована нефть. Экспериментальные работы основывались на различии характеристик люминесценции компонентов нефтяного битума и нефти под воздействием ультрафиолетовых лучей.

В ходе эксперимента исследовалась избирательная фильтрация компонентов органических вяжущих при обработке ими тонкопористых и крупнозернистых известняковых пород. Щебень из этих материалов просушивался до постоянного веса и подвергался обработке органическим вяжущими. Часть щебеночного материала обрабатывалась нефтяным битумом. Другая часть обрабатывалась нефтью. Третья часть – сначала нефтью, а затем нефтяным битумом. Была проведена также обработка щебня сначала нефтяным битумом, а затем нефтью. После остывания каждую из щебенок разрезали и исследовали избирательную фильтрацию компонентов органических вяжущих.

Наблюдение процессов избирательной фильтрации осуществлялось с использованием универсального биологического микроскопа МБИ-15, имеющего источник ультрафиолетового излучения. Микроскоп предназначен для визуального наблюдения и фотографирования объектов в проходящем и падающем свете. Исследования проводились в падающем свете. В этих условиях микроскоп позволяет проводить наблюдения и фотографирование объектов в свете видимой люминесценции, возбуждаемой сине-фиолетовым участком спектра в пределах длины от 400 до 440 нм. и ультрафиолетовыми лучами длиной волны до 360 нм.

При исследовании объектов в свете люминесценции, в качестве источника света применялась ртутная лампа ДРШ-250-3, интенсивно излучающая свет в сине-фиолетовой и в ближней ультрафиолетовой областях спектра. Для возбуждения люминесценции наблюдаемых объектов использовался светофильтр УФС6 с максимум пропускания 365 нм. При использовании данного светофильтра в образовании изображения может участвовать весь видимый свет, что позволяет наблюдать объекты с большим разнообразием цветов. Для исключения возможности облучения объекта наблюдения красными и инфракрасными лучами применялся светофильтр СЗС 24, срезающий эту часть спектра. Фотографирование производилось с использованием фотокамеры и электронного автоматического устройства определения экспозиции, которыми оборудован микроскоп МБИ-15.

Проведенные экспериментальные исследования позволили установить следующие факты. При исследовании разреза щебенки из тонкопори-

стого известняка, обработанного нефтяным битумом выявлено фракционирование компонентов нефтяного битума. Вглубь минерального материала проникают масла, ближе к поверхности располагаются смолы. На поверхности адсорбируются асфальтены. Таким образом, как и предполагалось, пленки нефтяного битума, обеспечивающие связь между минеральными частицами асфальтобетонной смеси существенно обедняются низкомолекулярными фракциями, что приводит к повышению их хрупкости и, следовательно, к ускорению старения асфальтобетона.

Люминесценция щебенки из тонкопористого известняка, обработанного нефтью показала, что нефть проникает в минеральный материал глубже нежели нефтяной битум. Люминесцирование ее компонентов выражается менее ярко и менее насыщено красками.

Наблюдение люминесценции щебенки из тонкопористого известняка, обработанного сначала нефтью, а затем нефтяным битумом свидетельствует об отсутствии фильтрации компонентов нефтяного битума в минеральный материал, поскольку поры, капилляры являются уже заполненными компонентами нефти.

Исследования крупнопористых известняков позволили установить, что проникновение вяжущего проходит на большую глубину, без существенного разложения на фракции. При этом, как и в предыдущих исследованиях, нефть проникает в минеральный материал глубже и исключает проникновение в него нефтяного битума.

При исследовании минерального материала, обработанного сначала нефтяным битумом, а затем нефтью выявлено, что люминесценция компонентов органических вяжущих в этом случае идентична люминесценции, имеющей место при обработке минерального материала только нефтяным битумом. Это свидетельствует о том, что избирательная фильтрация компонентов нефтяного битума при такой технологической последовательности введения органических вяжущих не исключена. В данном случае происходит разжижение нефтяного битума нефтью. Адсорбционные слои нефтяного битума обогащаются низкомолекулярными фракциями, что может привести к снижению сдвигоустойчивости асфальтобетонных покрытий при высоких температурах в летнее время.

Экспериментальные исследования, проведенные с применением методов инфракрасной спектроскопии и люминесцентной битумологии, свидетельствуют о том, что при дисперсном армировании асфальтобетонных смесей волокнистыми сорбентами, предназначенными для локализации и сбора разлившихся нефтепродуктов, целесообразно вводить в минеральный материал сначала волокнистые сорбенты, содержащие собранные нефтепродукты, производить их перемешивание, а затем в полученную смесь вводить нефтяной битум. Опережающая обработка минеральных материалов нефтепродуктами, содержащимися в волокнистых сорбентах, обеспечивает модифицирование поверхности минеральных материалов. Нефтепродукты проникают в поры и капилляры, кольматируя их. При дальнейшей обработке смеси нефтяным битумом избирательная фильтрация его компонентов в поры и капилляры минеральных материалов не бу-

дет иметь места, поскольку они уже заполнены нефтепродуктами, содержащимися в волокнистых сорбентах. В результате адсорбционные слои битума на поверхности минеральных материалов не будут обедняться низкомолекулярными фракциями, что повысит их эластичность при отрицательных температурах, обеспечивая повышенную трещиностойкость в зимний период, а следовательно, и долговечность дорожных покрытий.

УДК 622.7.017:[658.567.1:669]

ОПЫТ УТИЛИЗАЦИИ ПЕРЕРАБОТАННЫХ ОТВАЛЬНЫХ МАРТЕНОВСКИХ ШЛАКОВ НА АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ФАБРИКЕ

Одинцов А.А., Долинский В.А.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

В настоящее время в отвалах ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» скопилось значительное количество сталеплавильных и доменных шлаков, занимающих существенную территорию и ухудшающих экологическую ситуацию в г. Новокузнецке. Лабораторные и промышленные исследования показали, что металлургические шлаки при рациональной технологии их переработки представляют собой определённую ценность для металлургической, строительной и др. отраслей. В условиях постоянного повышения цен на рынке железорудного сырья и сложной экологической обстановки в регионе возрастает актуальность использования промышленных отходов в металлургическом переделе.

Цель данной работы – разработка рациональной технологии утилизации переработанного отвального мартеновского шлака (железосодержащий концентрат У-4) на аглофабрике и мероприятий, направленных на повышение его металлургической ценности.

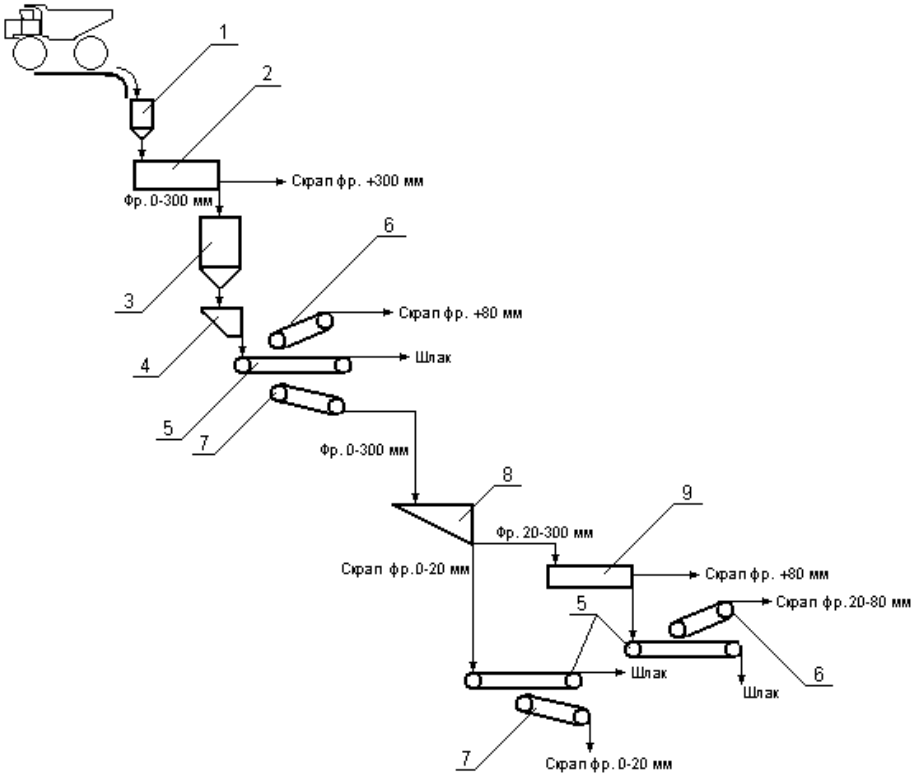
Сталеплавильные шлаки образуются в процессе плавки в результате окисления примесей чугуна и железного лома, флюсов (известняка, железной и других руд, плавикового шпата и др.), а также продуктов разрушения футеровки плавильного агрегата; в сталеплавильных шлаках растворяются загрязняющие шихту примеси (доменный шлак, глина, песок и т.д.), а наличие включений железа и других металлов в таких шлаках затрудняет возможность их грануляции, дробления и размола [1].

В зависимости от интенсивности продувки мартеновской ванны кислородом в образующихся шлаках содержание основных соединений колеблется в значительных пределах: 25-50 % CaO, 10-25 % SiO_2, 4-17 % MgO, 3-20 % FeO, 4-10 % MnO, 2-10 % Al_2O_3, 1-7 % Fe_2O_3. Для мартеновского шлака характерно высокое содержание железа в виде его оксидов и металлической составляющей – корольков и скрапа. За 70 лет работы Кузнецкого металлургического комбината (КМК) на шлаковом отвале скопилось более 25 млн. т производственных отходов, в которых содержится 10-15 % железа металлического и до 22 % окисленного [2, 3].

Вопрос об использовании мартеновских шлаков КМК в аглодоменном переделе существует с 1981 г. В декабре 1984 г. был проведён промышленный эксперимент на Абагурской аглофабрике по спеканию мартеновского агломерата с использованием в аглошихте необогащённого шлака ЭСПЦ-2. Химический состав пробы шлака был следующий: 4,0 % Fe, 1,5 % MnO, 40,9 % CaO, 20,4 % MgO и 20,9 % SiO_2. В связи с тем, что шлак не удовлетворял требованиям агломерационного производства (приводил к снижению содержания железа в агломерате) данный промышленный эксперимент не получил дальнейшего развития.

С целью утилизации мартеновского шлака в металлургической и строительной отраслях ООО «Сталь НК» (дочернее предприятие ОАО «НКМК») в содружестве и по контрактам с ФГБОУ ВПО «Сибирский государственный индустриальный университет», научно-исследовательскими и проектными организациями провели необходимые исследования, разработали и осуществили проект переработки мартеновских шлаков, введя в работу в 2003 – 2005 гг. две установки производительностью 1,4 млн. т шлака в год [4].

Схема переработки мартеновского шлака в цехе шлакопереработки ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» представлена на рисунке 1.



1 – приёмный бункер; 2 – барабанный грохот; 3 – подогреваемый бункер; 4 – качающийся питатель; 5 – конвейер; 6 – подвесной железоотделитель; 7 – шкивной железоотделитель; 8 – грохот ГИТ-52; 9 – галтовочный барабан ДРО-655

Рисунок 1 – Схема установки по извлечению металла из мартеновского шлака [5]

Продуктами переработки отвальных мартеновских шлаков являются:

– концентрат фракции 0-20 мм с массовой долей железа не менее 30 % (У-4), идущий в переработку в агломерационном производстве;

– концентрат фракции более 80 мм (У-2), который используется для переработки в сталеплавильном производстве;

– концентрат фракции 20-80 мм (29АДУЖ) с массовой долей железа более 35 %, который отгружается для переработки в доменном производстве.

По результатам промышленных испытаний [6] содержание железа в концентратах У-4 (фракции 0-20 мм) и 29АДУЖ (фракции 20-80 мм) составляет 54,0 и 32,4 % соответственно, в отходах – 19,6 %. Извлечение железа в концентраты с конвейеров дробильно-сортировочной установки составило 38,1 %.

Проведённые исследования по обогащению переработанного мартеновского шлака на быстроходном магнитном сепараторе ПБСЦ 63/50 показали принципиальную возможность повышения содержания железа в конечном продукте с 33 до 51 %.

В 2004 г. на Абагурский филиал ОАО «Евразруда» были поставлены опытные партии переработанного мартеновского шлака; опытная партия материала была использована в составе аглошихты для производства мартеновского агломерата. Содержание шлака в железорудной части шихты варьировалось от 12 до 30 %. При содержании в аглошихте 20-30 % материала известняк полностью выводился из состава шихты. В результате проведённых промышленных опытов установлено, что ввод переработанного мартеновского шлака в аглошихту сопровождается снижением удельной производительности агломашин на 15-36 % (в зависимости от доли материала) за счёт падения вертикальной скорости спекания, повышением запылённости на рабочих местах и интенсивным выносом пыли с отходящими газами.

При производстве доменного агломерата доля переработанного мартеновского шлака в шихте составляла 5 %. При анализе полученных результатов также зафиксировано снижение удельной производительности агломашин (на 4,5 %) [7].

В ноябре 2009 г. начались поставки концентрата У-4 на аглофабрику ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК»; концентрат транспортировался при помощи автотранспорта и выгружался в приёмные бункера шламов и окалины, затем подавался при помощи системы конвейеров в бункера корпуса шихтовых бункеров (бункера смеси концентратов), либо в специально отведенные бункера (№ 10, 12-13), откуда дозировался в соответствии с установленной массовой долей в шихту. За период с ноября 2009 г. по октябрь 2010 г. на аглофабрике было утилизировано 82 749 т концентрата У-4 (14 073 т в 2009 г.; 68 676 т в 2010 г.).

По химическому составу (анализ шлаковой составляющей, таблица 1) железосодержащий концентрат характеризуется пониженным содержанием железа (25,73 %), повышенным – марганца (2,03 %) и высокой ос-

новностью (1,22). Повышенное содержание вредных примесей: фосфора (0,199 %), оксида цинка (0,286 %) и щелочных ($K_2O + Na_2O$ = 0,46 %) ограничивает использование У-4 в агломерации.

Влажность материала (среднее значение 7,70 %, в зимний период – 5,73 % (ноябрь 2009 г. – январь 2010 г.)) не позволяла производить стабильную разгрузку, подачу и дозирование его в зимний период, приводила к замораживанию бункеров. В связи с этим поставки концентрата У-4 в феврале – марте 2010 г. были прекращены, а возобновились в апреле 2010 г.

Повышенный верхний предел крупности (содержание фракции более 8 мм составляет 22,51 %, таблица 2) концентрата У-4 снижает ценность данного материала по сравнению с другими отходами, используемыми при производстве агломерата на ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК». Высокое содержание крупных фракций в агломерационной шихте в производственных условиях приводит к ухудшению прочностных характеристик агломерата, что связано с неполным усвоением крупных фракций расплавом и снижением температурно-теплового уровня процесса спекания.

Помимо шлаковой составляющей в концентрате содержатся металлические включения: корольки, проволока, электроды и др. Для определения доли металлической части в течение сентября – октября 2010 г. на аглофабрике осуществлялся отбор и подготовка проб с разделением концентрата У-4 на шлаковую и металлическую составляющую. Анализ средневзвешенного состава показал, что металлическая часть составляет существенную долю (36,96 %) материала.

Также для определения общего содержания железа в концентрате У-4 была отобрана и подготовлена проба за август 2010 г. Полученную пробу расплавили в печи Таммана СибГИУ при температуре 1600 °С, химический состав полученных продуктов плавки приведён в таблице 3. На основе этих данных рассчитан средневзвешанный химический состав концентрата У-4. Как видно из таблицы 3, расчётное содержание железа в концентрате У-4 почти в два раза выше содержания данного элемента в шлаковой составляющей (31,01 % против 17,1 % соответственно).

Оценка влияния ввода У-4 на изменение компонентного состава шихты и химического состава агломерата производилась на основе фактической производственной шихты за 10 месяцев 2010 г. (с У-4 – вариант 1; без У-4 – вариант 2). Расчёты производились из условия получения агломерата с модулем основности по отношению CaO/SiO_2 = 1,54; содержанием FeO – 12,75 % и Mn – 0,39 %, удельном расходе извести и твёрдого топлива на сухую массу – 21,33 и 56,5 кг/т агл. соответственно. Содержание отсевов и отходов производства в шихте было принято постоянным. Расход шихтовых материалов, а также расчётный химический состав агломерата приведены в таблицах 4, 5 соответственно.

Таблица 1 – Химический состав (шлаковая часть) и влажность концентрата У-4, %

Период	Содержание элемента/соединения																	Влажность
	Fe	Mn	P	S	FeO	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	MnO	P_2O_5	Na_2O	K_2O	TiO_2	ППП	ZnO	
Ноябрь 2009 г.	31,48	2,64	0,240	0,086	33,00	8,35	14,75	4,53	19,74	10,57	3,41	0,550	0,10	0,13	0,47	3,43	0,130	7,34
Декабрь 2009 г.	28,30	2,12	0,210	0,122	28,40	8,91	14,91	4,84	18,91	10,50	2,73	0,481	0,22	0,25	0,46	2,92	0,250	5,54
Январь 2010 г.	30,90	1,66	0,119	0,210	27,10	14,08	13,40	4,66	18,20	11,90	2,14	0,273	0,29	0,31	0,42	6,39	0,720	4,30
Апрель 2010 г.	33,65	1,20	0,120	0,144	30,80	13,90	10,85	4,03	17,95	7,59	1,55	0,275	0,21	0,32	0,39	4,42	0,220	7,12
Май 2010 г.	25,10	1,73	0,135	0,198	16,10	18,00	16,70	5,40	17,50	11,20	2,23	0,309	0,23	0,36	0,45	10,10	0,480	6,36
Июнь 2010 г.	26,00	2,17	0,213	0,115	20,70	14,18	19,20	4,93	19,30	10,60	2,80	0,488	0,18	0,15	0,46	6,25	0,150	10,20
Июль 2010 г.	22,15	2,52	0,258	0,096	23,50	5,56	16,40	4,88	22,50	10,00	3,25	0,591	0,15	0,17	0,46	4,13	0,098	7,45
Август 2010 г.	21,80	2,46	0,320	0,097	15,20	14,29	17,90	5,41	20,90	11,31	3,17	0,733	0,18	0,22	0,47	9,20	0,189	8,20
Сентябрь 2010 г.	20,50	2,47	0,225	0,099	14,40	13,32	18,70	5,95	22,70	11,12	3,19	0,515	0,17	0,27	0,47	8,22	0,143	10,30
Среднее значение	**25,73**	**2,03**	**0,199**	**0,137**	**21,11**	**13,33**	**16,16**	**5,04**	**19,86**	**10,53**	**2,62**	**0,455**	**0,20**	**0,26**	**0,45**	**6,96**	**0,286**	**7,70**
Минимальное	**20,50**	**1,20**	**0,119**	**0,096**	**14,40**	**5,56**	**10,85**	**4,03**	**17,50**	**7,59**	**1,55**	**0,273**	**0,15**	**0,15**	**0,39**	**4,13**	**0,098**	**4,30**
Максимальное	**33,65**	**2,52**	**0,320**	**0,210**	**30,80**	**18,00**	**19,20**	**5,95**	**22,70**	**11,90**	**3,25**	**0,733**	**0,29**	**0,36**	**0,47**	**10,10**	**0,720**	**10,30**

Таблица 2 – Гранулометрический состав концентрата У-4

Материал	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	3 – 5	5 – 8	8 – 13	13 – 25	>8
Концентрат У-4	0,87	2,60	0,87	1,30	2,16	1,73	1,73	2,16	3,03	4,80	5,66	13,06	1,30	12,66	23,56	18,07	4,44	22,51

Таблица 3 – Химический состав компонентов концентрата У-4, %

Наименование материала	Элемент / соединение																			
	Fe	Mn	P	S	FeO	Fe_2O_3	SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	MnO	Na_2O	K_2O	TiO_2	V_2O_5	Si	Ti	V	Cr	Cu	Ni
Металлическая составляющая	98,90	0,03	0,030	0,140	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0,002	0,001	0,01	0,03	0,19	0,60
Шлаковая составляющая	17,10	1,96	-	0,111	21,60	0,45	17,20	12,80	19,20	8,30	2,53	0,14	0,14	0,60	0,20	–	–	–	–	–	–
Средневзвешанное значение	31,01	1,63	0,005	0,116	17,93	0,38	14,28	10,62	15,94	6,89	2,10	0,12	0,11	0,50	0,17	–	–	–	0,01	0,03	0,10

Таблица 4 – Компонентный состав шихты

Наименование материала	Варианты					
	1			2		
	т	кг/т	%	т	кг/т	%
1 Концентраты ММС:						
абагурский ТУ-2010 (влажн. 10 %)	174 646	31,41	2,64	174 646	31,73	2,67
абагурский ТУ-2009 (влажн. 8,5 %)	71 935	12,94	1,09	71 935	13,07	1,10
абагурский ТУ-2010 (влажн. 10 %)	12 145	2,18	0,18	12 145	2,21	0,19
абагурский 61 (суш.)	260 307	46,81	3,93	260 307	47,30	3,97
абагурский изв.	914 637	164,48	13,83	914 637	166,20	13,97
коршуновский (влажн.)	775 362	139,43	11,72	775 362	140,89	11,84
коршуновский (суш.)	405 034	72,84	6,12	405 034	73,60	6,18
михайловский (влажн.)	413 792	74,41	6,25	413 792	75,19	6,32
михайловский (суш.)	194 879	35,04	2,95	194 879	35,41	2,98
лебединский (влажн.)	109 972	19,78	1,66	109 972	19,98	1,68
лебединский (суш.)	239 389	43,05	3,62	239 389	43,50	3,66
мундыбашский (влажн.)	578 691	104,06	8,75	578 691	105,15	8,84
абагурский ТУ-2010 (влажн. 8,5 %)	505 250	90,86	7,64	505 250	91,81	7,71
мундыбашский ТУ-2009 (суш.)	377 896	67,96	5,71	377 896	68,67	5,77
высокогорский (изв.)	80 699	14,51	1,22	80 699	14,66	1,23
Итого по пункту 1	5 114 634	919,76	77,31	5 114 634	929,37	78,11
2 Аглоруда:						
михайловская	38 328	6,89	0,58	38 328	6,96	0,59
Итого по пункту 2	38 328	6,89	0,58	38 328	6,96	0,59
3 Марганцевые добавки:						
жайремский марганцевый концентрат	25 592	4,60	0,39	30 477	5,54	0,47
дурновская марганцевая руда	15 602	2,81	0,24	15 602	2,84	0,24
мазульская железомарганцевая руда	7 090	1,27	0,11	7 090	1,29	0,11
Богач	476	0,09	0,01	476	0,09	0,01
Итого по пункту 3	48 760	8,77	0,75	53 645	9,76	0,83
4 Отсевы агломератов, окатышей, доменных руд и отходов:						
окатыши качканарские	9 774	1,76	0,15	9 774	1,78	0,15
высокогорский агломерат	2 034	0,37	0,03	2 034	0,37	0,03
качканарский агломерат	8 888	1,60	0,13	8 888	1,62	0,14
окатыши михайловские	22 180	3,99	0,34	22 180	4,03	0,34
таштагольская руда	2 637	0,47	0,04	2 637	0,48	0,04
агломерат со склада	36 980	6,65	0,56	36 980	6,72	0,56
концентрат 29АДУЖ	1 410	0,25	0,02	1 410	0,26	0,02
Итого по пункту 4	83 903	15,09	1,27	83 903	15,26	1,28
5 Флюсующие добавки:						
известняк	451 129	81,13	6,82	449 959	81,76	6,87
известь	118 614	21,33	1,79	117 385	21,33	1,79
Итого по пункту 5	569 743	102,46	8,61	567 344	103,09	8,66
6 Отходы:						
колошниковая пыль	25 901	4,66	0,39	25 901	4,71	0,40
концентрат У-4	65 657	11,81	0,99	-	-	-
окалина НКМК	23 899	4,30	0,36	23 899	4,34	0,36
окалина	131 268	23,61	1,98	131 268	23,85	2,00
промасленная окалина	44 715	8,04	0,68	44 715	8,13	0,68
трифалин	1 953	0,35	0,03	1 953	0,35	0,03
шлам с поля	152 836	27,48	2,31	152 836	27,77	2,33
Итого по пункту 6	446 229	80,25	6,74	380 572	69,15	5,80
7 Топливо	314 191	56,50	4,75	310 934	56,50	4,75
Итого по пункту 7	314 191	56,50	4,75	310 934	56,50	4,75

Таблица 5 – Химический состав агломерата по вариантам, %

Вариант	Элемент / соединение													
	Fe	Mn	S	P	FeO	Fe_2O_3	MgO	SiO_2	Al_2O_3	CaO	TiO_2	Na_2O	K_2O	ZnO
1	56,30	0,39	0,048	0,018	12,75	66,26	6,36	2,02	9,80	2,14	0,17	0,083	0,090	0,109
2	56,61	0,39	0,046	0,018	12,75	66,70	6,27	1,99	9,65	2,05	0,17	0,082	0,089	0,105

Из таблицы 5 видно, что ввод У-4 в состав шихты в количестве 65 657 т (0,99 % в общей фактической шихте) сопровождался снижением содержания железа на 0,31 % (с 56,61 до 56,30 %). Содержание других элементов (оксидов) изменилось незначительно. При этом удельные расходы известняка и марганцевых добавок снизились на 0,63 и 0,99 кг/т агл. соответственно.

Для оценки влияния ввода концентрата У-4 в агломерационную шихту были проанализированы 2 периода работы агломашин № 1 и 3. За базовый период приняты показатели работы агломашин при содержании в шихте 0,78 % У-4, за опытный – с содержанием 3,07 % У-4 (таблицы 6, 7). В базовый и опытный периоды производился забор одного штабеля смеси концентратов, коэффициент известкования смеси концентратов колебался от 20,60 (опытный период) до 21,67 (базовый период)

Анализ статистических данных показывает, что увеличение доли концентрата У-4 в шихте на 2,29 % (от 1,46 % на агломашине № 3 до 3,12 % на агломашине № 1) сопровождается снижением удельной производительности агломашин с 1,06 до 1,00 т/($м^2$·ч) (на 5,66 % отн.), в т.ч. за счёт использования концентрата У-4 на 4,37 % (отн.). При этом, более существенное снижение удельной производительности наблюдалось на агломашине № 1 (на 7,98 % отн.) вследствие увеличения выхода возврата до 31,67 % и снижения вертикальной скорости спекания до 16,95 мм/мин. Также на снижение удельной производительности оказало влияние уменьшение коэффициента известкования смеси концентратов до 20,60 и температуры шихты на 4 и 3 °С верхнего и нижнего слоёв соответственно.

Повышение разрежения в коллекторе агломашин опытного периода по сравнению с базовым на 37 мм вод. ст. указывает на увеличение газодинамического сопротивления спекаемого слоя.

При использовании концентрата У-4 в аглошихте произошло незначительное снижение содержания известняка и марганцевых добавок на 0,28 и 0,10 % соответственно, что объясняется повышенным содержанием марганца и высокой основностью У-4.

Для более объективной оценки влияния ввода концентрата У-4 в состав шихты на показатели процесса спекания и качества агломерата необходимо увеличить период проведения промышленного эксперимента (до 15 сут).

Расчет баланса железа и марганца при агломерации за 10 месяцев 2010 г. показал, что приход железа и марганца за счёт концентрата У-4 составил 2 535 и 200 г/т агл. при доле в балансах прихода равной 0,44 и 5,11 % соответственно.

Для оценки соответствия средневзвешанного содержания железа (см. таблицу 3) фактическому в концентрате У-4 рассчитаны балансы железа за август 2010 г. Анализ данных показал, что невязка между приходом и расходом железа снижается с 2,00 % (7 044 т) до 1,73 % (6 112 т) соответственно.

Таблица 6 – Расход шихты

Наименование материала	Расход												Отклонение					
	в базовый период						в опытный период											
	агломашина № 1		агломашина № 3		среднее значение		агломашина № 1		агломашина № 3		среднее значение		агломашина № 1		агломашина № 3		среднее значение	
	т/ч	%	т/ч	%	т/ч	%	т/ч	%	т/ч	%	т/ч	%	т/ч	%	т/ч	%	т/ч	%
Известкованная смесь концентратов	361,60	89,40	318,36	87,37	339,98	88,38	318,16	84,67	300,96	84,48	309,56	84,58	-43,44	-4,73	-17,40	-2,89	-30,42	-3,81
Концентрат У-4	0,00	0,00	5,68	1,56	2,84	0,78	11,71	3,12	10,75	3,02	11,23	3,07	11,71	3,12	5,07	1,46	8,39	2,29
Марганцевые добавки	1,91	0,47	2,18	0,60	2,04	0,54	2,71	0,73	0,54	0,15	1,62	0,44	0,79	0,25	-1,64	-0,45	-0,42	-0,10
Окалина	12,20	3,01	10,92	3,00	11,56	3,01	18,42	4,91	17,38	4,88	17,90	4,90	6,22	1,90	6,46	1,88	6,34	1,89
Известняк	28,76	7,11	27,20	7,48	27,98	7,30	24,69	6,57	26,62	7,47	25,66	7,02	-4,06	-0,54	-0,58	-0,01	-2,32	-0,28
Коксовая мелочь,	17,87	4,42	17,71	4,86	17,79	4,64	15,55	4,14	17,83	5,00	16,69	4,57	-2,32	-0,28	0,11	0,14	-1,11	-0,07
в т.ч. в КШБ	13,03	3,12	11,59	3,18	12,31	3,15	11,23	2,91	11,45	3,22	11,34	3,06	-1,80	-0,22	-0,14	0,03	-0,97	-0,09
в аглокорпусе:	4,84	1,20	6,13	1,68	5,48	1,44	4,32	1,15	6,38	1,79	5,35	1,47	-0,52	-0,05	0,25	0,11	-0,13	0,03
- нижний слой	1,56	0,39	1,97	0,54	1,76	0,46	1,12	0,30	2,17	0,61	1,64	0,45	-0,44	-0,09	0,20	0,07	-0,12	-0,01
- верхний слой	3,29	0,81	4,16	1,14	3,72	0,98	3,20	0,85	4,21	1,18	3,71	1,02	-0,09	0,04	0,06	0,04	-0,01	0,04
Возврат	163,86	27,25	169,95	31,67	166,91	29,46	173,27	29,97	172,60	31,82	172,94	30,89	9,41	2,72	2,65	0,15	6,03	1,44

Таблица 7 – Технологические параметры работы агломашин

Параметр	Период						Отклонение		
	базовый			опытный					
	агломашина № 1	агломашина № 3	среднее значение	агломашина № 1	агломашина № 3	среднее значение	агломашина № 1	агломашина № 3	среднее значение
Высота спекаемого слоя, мм	400	360	380	400	360	380	0	0	0
Температура нижнего слоя шихты, °С	62	66	64	56	64	60	-5	-2	-4
Температура верхнего слоя шихты, °С	62	65	63	58	62	60	-4	-2	-3
Нагрузка по нижнему слою шихты, т/ч	367	378	372	364	382	373	-3	4	1
Нагрузка по верхнему слою шихты, т/ч	250	250	250	238	169	203	-12	-81	-47
Температура горна, °С	1080	1095	1087	1110	1111	1110	30	16	23
Скорость агломашины, м/мин	3,7	3,8	3,8	3,6	3,9	3,7	-0,1	0,1	0,0
Разрежение в коллекторе, мм вод. ст.	809	694	751	851	726	788	42	32	37
Температура отходящих газов, °С	157	144	151	153	133	143	-5	-11	-8
Удельная производительность, т/($м^2$·ч)	1,078	1,043	1,060	0,992	1,009	1,000	-0,085	-0,034	-0,060
Вертикальная скорость спекания, мм/мин	17,62	17,62	17,62	16,95	18,00	17,48	-0,67	0,38	-0,14

ВЫВОДЫ

1. Поставляемый на аглофабрику концентрат У-4 по химическому составу (шлаковая часть) характеризуется пониженным содержанием железа (25,73 %), повышенным – марганца (2,03 %) и высокой основностью (1,22). Повышенный верхний предел крупности (содержание фракции более 8 мм составляет 22,51 %) концентрата У-4 снижает ценность данного материала по сравнению с другими отходами, используемыми при производстве агломерата на ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК». Для повышения металлургической ценности концентрата У-4 предлагается заменить сетку с ячейкой 20 мм на сетку с ячейкой 10 мм на грохоте ГИТ-52 установки по извлечению металла из мартеновского шлака в цехе шлакопереработки; установить быстроходный магнитный сепаратор в хвостовой части шкивного железоотделителя установки по извлечению металла из мартеновского шлака. Ожидаемый годовой экономический эффект от утилизации концентрата У-4 в аглошихте с повышенным содержанием железа составит около 18,2 млн. руб.

2. Высокая влажность материала (7,70 %) не позволяет производить стабильную разгрузку, подачу и дозирование его в зимний период. Для круглогодичной утилизации концентрата У-4 в составе аглошихты необходимо реализовать мероприятия по организации участка переработки железосодержащих отходов на аглофабрике, предусматривающие формирование зимнего и летнего штабеля известкованной смеси железосодержащих отходов.

3. Проведёнными промышленными исследованиями установлено, что увеличение содержания концентрата У-4 в шихте на 2,29 % (абс.) сопровождается: снижением удельной производительности агломашин на 5,66 % (отн.), в т.ч. за счёт использования концентрата У-4 на 4,37 % (отн.); уменьшением содержания в шихте известняка и марганцевых добавок на 0,28 и 0,10 % соответственно. Ввод в шихту концентрата в повышенном количестве (более 3 %) необходимо производить при наличии резерва по производительности агломашин и содержанию железа в агломерате.

Библиографический список

1. Менаджиева Р.Н. Использование шлаков чёрной металлургии в производстве строительных материалов / Р.Н. Менаджиева // Обзор. информ. Сер. Использование отходов, попутных продуктов в производстве строительных материалов и изделий. Охрана окружающей среды. – Вып. 2. – М.: ВНИИЭСМ, 1986. – 56 с.
2. Использование отвального мартеновского шлака в качестве сырья для производства стали на ООО «Сталь КМК» / А.И. Копытов [и др.] // Изв. вузов. Чёр. металлургия. – 2004. – № 10. – С. 64 – 66.

3. Анашкин Н.С. Мартеновские шлаки и их использование в металлургии и других отраслях народного хозяйства / Н.С. Анашкин, С.И. Павленко. – Новосибирск: Изд. СО РАН, 2006. – 136 с.
4. Использование переработанного отвального мартеновского шлака в производстве чугуна / Н.С. Анашкин [и др.] // Изв. вузов. Чёр. металлургия. – 2007. – № 1. – С. 14 – 15.
5. Разработка мартеновского отвала: технологическая инструкция. – Новокузнецк: ОАО «НКМК», 2010. – 6 с.
6. Анашкин Н.С. Доизвлечение железа из техногенного металлургического сырья / Н.С. Анашкин, М.А. Усов, Э.К. Якубайлик // Изв. вузов. Чёр. металлургия. – 2006. – № 10. – С. 61 – 62.
7. Разработка технологии производства мартеновского и доменного агломерата с использованием в аглошихте концентрата из мартеновского шлака: отчёт о НИР. – Новокузнецк: ОАО «Евразруда», 2004. – 21 с.

УДК 667.6:66

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА БАЗЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ

СОЛОВЬЕВА Н. Ю., ПАВЛОВИЧ Л. Б.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

При производстве фталевого ангидрида (ФА) из технического нафталина образуется значительное количество отходов, характеристика которых представлена в таблице 1. Они являются смесью полимеризованных продуктов реакции (1,4-нафтохинон, фталевый и малеиновый ангидрид) и осмолившихся примесей исходного сырья [1].

Таблица 1 – Характеристика твердых отходов цеха фталевого ангидрида

Наименование отходов	Кол-во, т/год	Температура плавления, °С	Содержание, % мас.			
			Веществ, нераствор в толуоле	Нафталина	ФА	Золы
Донный продукт из испарителя	50-70	78	5-10	75-90	сл	0,3-0,7
Осадок от дымовой трубы	100-150	200	15-20	сл	35-75	0,04-1,5
Кубовые остатки дистилляции ФА	1000-1200	160	47-53	сл	35-80	0,7-3,0
Кубовые остатки исчерпывающей дистилляции	600	Не плавится	90	сл	5-15	5,1-7,0

С целью разработки путей квалифицированного использования кубовых остатков дистилляции фталевого ангидрида (КОФА) и наличием в них значительного количества ФА, изучена возможность их применения в традиционной для использования ФА области – производстве лакокрасочных материалов (ЛКМ), именно алкидных лаков и грунтовок на их основе [2].

Ежегодная потребность ОАО «ЗСМК» в грунтовках составляет около 40 тонн в год, а по городу Новокузнецку до 200 тонн. Строительство установки по производству алкидных лаков и грунтовок мощностью 1000 тонн в год алкидных лаков и 200 тонн в год грунтовок, позволит обеспечить потребность ОАО «ЗСМК» в грунтовках, а существующие производственные мощности предприятий Западной Сибири, потребляющие ЛКМ, позволят реализовать в регионе (г.г Кемерово, Новосибирск, Бийск и более мелким фирмам в г. Новокузнецке) до 1000 тонн алкидных лаков. Потребность только одного завода бытовой химии в г. Кемерово составляет 500 тонн в год алкидных лаков.

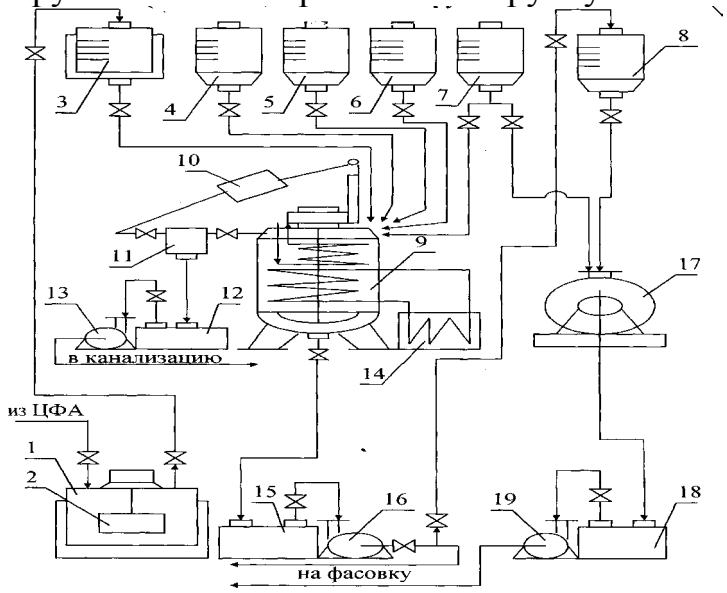
На производство 1000 тонн алкидных лаков потребуется 200 тонн КОФА. Использование КОФА составит около 30 % от его выхода, остальные кубовые остатки необходимо подвергать исчерпывающей дистилляции с извлечением ФА.

Технология производства включает в себя 2 стадии: синтез алкидных лаков и получение грунтовок. Из всех видов ЛКМ, изготавливаемых на основе синтетических смол, чаще всего применяются материлы на основе алкидных смол. Это объясняется возможностью получения из них сравнительно недорогих покрытий горячей и холодной сушки с хорошей адгезией к поверхности различных материалов и хорошими физико-механическими свойствами и химстойкостью. По химическому строению алкидные смолы относятся к сложным полиэфирам и получаются путем взаимодействия многоатомных спиртов глицерина или пентаэритрита и многоосновных кислот. Из кислот обычно применяют о-фталевую в виде ее ангидрида (ФА). Для получения эластичных покрытий алкидные смолы модифицируют растительными маслами, синтетическими жирными кислотами или их смесью. Эти смолы являются смешенными эфирами многоатомных спиртов, о-фталевой кислоты и жирных кислот масел. Длинные углеводородные цепи жирных кислот сообщают смолам растворимость в дешевых алифатических растворителях, повышают эластичность и атмосферостойкость покрытий, хотя и снижают их щелочестойкость. Выбор масла и синтетической жирной кислоты для модификации смолы и их содержание в ней (жирность) оказывают сильное влияние на свойства получаемых покрытий. С увеличением жирности улучшается смачивающая способность алкидных смол и текучесть ЛКМ. Однако при жирности более 70 % реакционная масса склонна к преждевременной желатинизации. Модифицирование алкидных маслами позволяет получать ЛКМ отверждающиеся при комнатной температуре (в присутствии сиккатива), а модифицирование их гликолями позволяет регулировать их жирность, сохраняя хорошую эластичность получаемых покрытий. Однако несмотря на уменьшение жирности, модификацию маслами и присутствие сиккатива, покрытия на основе

одних алкидных лаков хорошо высыхают при комнатной температуре лишь в тонком слое. Для получения грунтовочных составов естественной сушки на основе алкидных лаков в них вводят карбамидные и эпоксидные смолы [3, 4].

Предлагается производство алкидных лаков на основе КОФА по трем рецептурам (получение глифталевого, пентафталевого и светлого глифталевого лаков) и грунтовочного составов, модифицированного эпоксидной смолой. Для модификации лаков из растительных масел выбрано наиболее доступное техническое подсолнечное масло, хотя оно и не является наиболее реакционноспособным в ряду высыхающих масел, а с целью удешевления продукции произведена частичная его замена дистиллированным таловым маслом, отходом целлюлозно-бумажной промышленности. Технологическая схема производства представлена на рисунке 1. Синтез алкидных лаков включает: прием, хранение и подготовка сырья; синтез алкидной смолы; получение лака; хранение готового лака [5].

В таблице 2 представлены характеристики используемого сырья и предлагаемая рецептура получения алкидных лаков. Глицерин, подсолнечное и таловое масла, сольвент каменноугольный из железнодорожных (ж/д) цистерн разгружается в хранилища. Затем насосами перекачивается в градуированные мерники (4-7), откуда их заданные объемы дозируются в аппарат синтеза (9). Твердые компоненты (пентаэритрит и катализатор) дозируются и загружаются в аппарат синтеза вручную со склада.



1 – хранилище – усреднитель КОФА, 2 – погружной насос, 3 – мерник КОФА, 4 – мерник растительного масла, 5 – мерник таллового масла, 6 – мерник глицерина, 7 – мерник сольвента, 8 – мерник лака, 9 – реактор, 10 – конденсатор, 11 – сепаратор, 12 – хранилище сточной воды, 13,16,19 – насосы, 14 – парогенератор, 15 – хранилище лака, 17 – шаровая мельница, 18 – хранилище грунтовки.

Рисунок 1 – Технологическая схема производства алкидных лаков и грунтовок

КОФА из аппарата дистилляции сливается в хранилище-усреднитель (1), оснащенное паровой рубашкой и погружным насосом (2),

при помощи которого КОФА перекачивается в обогреваемый мерник (3), откуда и дозируется в аппарат синтеза. Синтез алкидной смолы проводится в реакторе (9) с мешалкой, оснащенным паровой рубашкой высокого давления и внутренним змеевиком для охлаждения. Обогрев реактора осуществляется пароводяной эмульсией, получаемой в парогенераторе (14) за счет сжигания коксового газа. Процесс осуществляется в две стадии: алкоголиз масла полиолами (глицерин, пентаэритрит) и полиэтерификация алкоголизата КОФА с получением алкидной смолы. На первой стадии в реактор загружается растительное масло, глицерин, пентаэритрит и катализатор. Температура процесса алкоголиза 240-260°С, длительностью 6-8 часов. Контроль степени алкоголиза осуществляется по отсутствию в пробе нерастворимой в этиловом спирте части. После завершения алкоголиза реакционная массу охлаждается до 180° и загружается таловое масло, КОФА и сольвент (3 % от массы общей загрузки). Процесс полиэтирификации осуществляется при температуре 240 °С, длительностью 10-15 часов. Контроль за полнотой полиэтирификации осуществляется по кислотному числу и вязкости реакционной массы [5].

Таблица 2 – Характеристика исходного сырья и рецептура получения алкидных лаков

Наименование	ГОСТ, ТУ	Расход, кг/т лака		
		глифталевый	пентафталевый	светлый глифталевый
Масло подсолнечное	ГОСТ 1129-73	100	73	340
Масло таловое (дистиллирован.)	ТУ 13-4000177-26-84	306	403	-
Глицерин	ГОСТ 6823-77	75	-	113
КОФА (44,4 % ФА)		273	180	-
Головная фракция ФА (99 % ФА)		-	-	277
Сольвент каменноугольный	ГОСТ 7928-79	325	330	325
Карбонат натрия	ГОСТ 5100-85	0,2	0,2	0,2
Пентаэритрит	ГОСТ 9286-79	-	73	-

Выделяющаяся в ходе реакции вода отгоняется в виде азеотропной смеси с сольвентом, конденсируется в конденсаторе (10) и стекает в сепоратор (11), откуда верхний продукт (сольвент) возвращается в реактор, а нижний (вода) поступает в хранилище (12) и по мере накопления подается в фенольную канализацию. После завершения полиэтирификации реакционная масса охлаждается до 150 °С и разбавляется сольвентом. Раствор сливается в хранилище лака (15), откуда по мере необходимости откачивается насосом (16) на приготовление грунтовок или в ж/д цистерну.

Производство грунтовок включает в себя следующие стадии: прием, хранение и подготовка сырья, смешение компонентов, диспергирование композиции, фасовка готовой продукции.

В таблице 3 представлены характеристики используемого сырья и предлагаемая рецептура грунтовочного состава. Алкидный лак и сольвент дозируется при помощи мерников (7,8), из которых компоненты самотеком поступают в шаровую мельницу (17), где происходит смешение и диспергирование взвешенных частиц до достижения требуемой степени измель-

чения. Твердые компоненты (сиккатив, пигменты и наполнители) загружаются в шаровую мельницу вручную. Из шаровой мельницы грунтовку выгружаются в хранилище (18) и из него насосом подают на фасовку.

Таблица 3 – Характеристики исходного сырья и рецептура получения грунтовок

Наименование	ГОСТ, ТУ	Расход реагентов, кг/т	Примечание
Лак алкидный		650	
Сиккатив № 64П	ГОСТ 1003-73	20	Жидкость поступает в бочках
Пигмент красный железоокисный	ТУ 14-15-228-90	300	Порошок поступает в контейнерах
Сольвент каменноугольный	ГОСТ 7928-79	100	Жидкость поступает в цистернах
Смола эпоксидная ЭД-20	ГОСТ 10587-84	200-450	Жидкость поступает в бочках

Разработаны рецептуры получения алкидных лаков на основе КОФА и талового масла, позволяющие использовать наименьшие количества самого дорогого компонента – подсолнечного масла, дающие с использованием отходов алкидные лаки соответствующие маркам ГФ-046, ПФ-283, а также получение чистого светлого лака соответствующего марке ГФ-166. Разработанные рецептуры грунтовочных составов позволят получать грунтовки соответствующие маркам ПФ-020 и ГФ-021 [5]. Характеристики получаемых алкидных лаков и грунтовок представлены в таблице 4, 5.

Таким образом при производстве 1000 тонн в год алкидного лака и 200 тонн в год грунтовок данное производство будет рентабельным. Рыночная цена алкидного лака составляет около 40 тыс. руб/т, в то время как себестоимость планируемого к производству лака (в зависимости от рецептуры) составит 13-17 тыс. руб/т. Себестоимость грунтовки составит 11 тыс. руб/т при рыночной стоимости в 30 тыс. руб/т. При ориентировочных затратах на строительство установки около 6 млн. руб и ожидаемой прибыли 15-20 тыс. руб на тонну реализованного продукта, ожидаемый экономичекий эффект составит около 15 млн. руб в год.

Таблица 4 – Характеристики разработанного алкидного лака

Показатель	Норма	Метод испытания
Внешний вид	Вязкая жидкость коричневого цвета (темно-коричневого), допускается наличие черного порошкообразного осадка	
Содержание нелетучих веществ, %	50-65	ГОСТ 17537-72
Условная вязкость, с	50-150	ГОСТ 8420-74
Кислотное число, мг КОН/г	Не более 15	ГОСТ 13526-79
Время высыхания смеси с 2 % сиккатива при н.у., ч	Не более 36	ГОСТ 19007-73
При 120 °С	2	
Прочность покрытия при ударе на приборе У-1А, кгс/см	Не менее 40	ГОСТ 4765-73
Изгиб покрытия, мм	Не более 30	ГОСТ 6806-73

Таблица 5 – Характеристики разработанной грунтовки

Показатель	Норма	Метод испытания
Внешний вид	После высыхания образует ровное, однородное, матовое покрытие без оспин, морщин	
Содержание нелетучих веществ, %	68-72	ГОСТ 157-37
Условная вязкость, с	50-70	ГОСТ 8420-74
Время высыхания смеси с 2 % сиккатива при н.у., ч	Не более 36	ГОСТ 19007-73
При 120 °С	2	
Прочность покрытия, кгс/см	Не менее 40	ГОСТ 4765-73
Изгиб покрытия, мм	Не более 3	ГОСТ 6806-73
Адгезия покрытия, мм	Не более 2	ГОСТ 15140-69

Библиографический список

1. Павлович Л.Б., Алексеева Н.М., Долгополов В. П., и др. Антикоррозионные лакокрасочные покрытия с использованием отходов коксохимического производства // Металлург. 2004.№6.С.56-57
2. Гуревич Д.А. Фталевый ангидрид // М: Химия, 1968. 230 с
3. Лакокрасочные материалы. Сырье и полупродукты//Справочник п/р Сапгира И. Н. – М. – ГХИ. – 1961. 508 с
4. Гольдберг М.М. Материалы для лакокрасочных покрытий//М. – Химия. – 1972. 576 с
5. Козулин Н. А., Горловский И. А. Оборудование заводов лакокрасочной промышленности// Л. – Химия.-1968. 630 с

УДК 669.1:504.06:662.75

О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ ТОПЛИВ[1]

ШКОЛЛЕР М.Б., ПРОТОПОПОВ Е.В., ГАНЗЕР Л.А.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

В настоящее время основой мирового и национальных топливно-энергетических балансов составляют органические невозобновляемые природные энергоносители, ресурсы которых в той или иной мере приближаются к своему исчерпанию. Наиболее долгосрочной представляется перспектива использования, в частности для металлургии, твердого топлива. В то же время

[1] Работа выполнена в рамках государственного задания вузу № 7.4828.2011.

исчерпаемость ресурсов природных энергоносителей предполагает энергосберегающий подход к их потреблению, одним из направлений которого является комплексная энерготехнологическая безотходная переработка, сочетающая в едином технологическом цикле получение тепла, электроэнергии, синтетического жидкого топлива и определенного сортамента продукции для металлургии.

Тепловая ценность и выход на единицу продукции высокопотенциальных вторичных энергоресурсов (ВЭР), образующихся при реализации различных технологий на интегрированных металлургических предприятиях с полным циклом, как правило, определяются составом исходной шихты, физико-химическими процессами, свойственными той или иной технологии, причем в общем энергетическом балансе металлургического предприятия ВЭР составляют около 50 % [1-3]. Безусловно, при традиционной схеме производства металлопродукции на основе аглодоменного комплекса с развитой инфраструктурой (коксохимическим, аглодоменным, сталеплавильным и другими производствами) источники ВЭР, как правило, разобщены территориально, функционируют в разных временных режимах, а сами носители энергии сильно различаются по термодинамическим параметрам (температуре, давлению, составу и т.д.), что значительно усложняет создание замкнутой системы, обеспечивающей экономию энергии и улучшение экологической обстановки металлопроизводящих регионов. Однако совмещение даже нескольких технологических процессов, например, выплавки стали в кислородных конвертерах и коксохимического производства с позиций накопления и использования ВЭР и дальнейшего получения синтез-газа с использованием химической энергии коксового и конвертерного газов позволит значительно повысить энергоэффективность черной металлургии.

Так, например, обратный коксовый газ поступает в газовые сети металлургического предприятия после отделения смолы коксования, сырого бензола и пиридиновых оснований в химическом цехе коксохимического предприятия и используется обычно как топливо в различных переделах.

Конвертерный газ из-за значительных колебаний по выходу в течение плавки (в среднем 70-90 $м^3$/т), а также в силу периодичности процесса в агрегате для производственных целей в отечественной металлургии, к сожалению, практически не используется. В то же время существуют различные конструктивные решения по применению отходящих конвертерных газов, например, для подогрева металлического лома, руды или окатышей, а также обжига извести [1]. Определенные достижения в энергосбережении связаны с использованием конвертерного газа для получения пара высокого давления. В то же время последний, как правило, дожигают «на свече» и выбрасывают в атмосферу, увеличивая количество парникового газа в окружающей среде [4, 5].

Известно, что процесс производства синтетического жидкого топлива основан на синтезе углеводородов из монооксида углерода и водорода (про-

цесс Фишера-Тропша), который необходимо рассматривать как восстановительную олигомеризацию монооксида углерода в результате сложной комбинации химических реакций [6]:

$$nCO + (2n + 1)H_2 = C_nH_{2n+2} + nH_2O,$$
$$2nCO + nH_2 = C_nH_{2n} + nCO_2.$$

В соответствии с требованиями к исходному синтез-газу для получения синтетических топлив его состав регламентируется объемным соотношением $f = H_2 / CO$, а также содержанием инертных компонентов ($N_2 + CH_4$), которое не должно превышать 6 % [6]. При этом не существует жесткий ограничений на содержание CO_2: оно может составлять 1-10 %, не выходя за пределы соотношения f = 1,5-2,4 (предпочтительно 1,8-2,2).

Существуют особые требования к наличию в синтез-газе соединений серы и азота, их суммарное количество в пересчете на элементы не должно превышать 20 мг/м^3 (предпочтительно 2 мг/м^3). Кроме перечисленных соединений в синтез-газе должен отсутствовать кислород (не более 0,1 %), а также пары воды, масла и химические примеси [6, 7].

Следует выделить особые требования к наличию в синтез-газе соединений серы и азота, суммарное содержание которых в пересчете на элементы не должно превышать 20 мг/м^3 (предпочтительно 2 мг/м^3). Кроме перечисленных соединений в синтез-газе должен отсутствовать свободный кислород (не более 0,1 %), а также пары воды, масла и химические примеси [6, 7].

В предлагаемой технологической схеме[1] получения синтез-газа необходима дополнительная организация подготовки и очистки ВЭР, поэтому на некоторых элементах технологии следует остановиться более детально.

Химический состав конвертерного газа при работе агрегатов с верхней продувкой обычно колеблется в пределах, %: 85-90 CO, 8-14 CO_2, 1,5-3,5 O_2. Теплота сгорания такого газа составляет 8,4-9,2 МДж/м^3 при температуре 1300-1700 °С, при этом в отходящих конвертерных газах содержится некоторое количество азота, водорода и серы [8].

Наличие оксидов азота в конвертерных газах из-за незначительного количества азота в технически чистом кислороде (около 0,5 %) маловероятно. Однако при дожигании CO в котле-охладителе тракта выход оксидов азота составляет около 100 мг/м^3 (50 г/т стали). Оксиды азота образуются также при дожигании конвертерного газа на «свече» в количестве до 30 г/т стали.

Поступление в рабочее пространство конвертера водорода возможно с металлическим ломом, известью, а также с другими шихтовыми материалами. При работе конвертеров с полным дожиганием отходящих газов водород обычно полностью сгорает в процессе образования и движения газов по тракту. В случае отвода конвертерных газов без дожигания или с

[1] Заявка на изобретение № 2012130546 от 17.07.2012г.

частичным дожиганием в тракте содержание водорода может увеличиваться до 8 % и в отдельных случаях до 10-15 %, например, при использовании углеродсодержащего топлива или поступлении воды в рабочее пространство агрегата при прогаре фурмы, что безусловно требует изменения режима работы. Однако, широкое распространение технологии продувки металла в режиме отвода газов без дожигания оксида углерода свидетельствует, что при соблюдении всех правил технической эксплуатации работа установок вполне надежна и безопасна.

С конвертерными газами уносится до 14 % серы, содержащейся в шихте, причем основное количество с пылью и SO_2. Количество плавильной пыли в отходящих конвертерных газах в отдельные периоды плавки при утрате способности шлака вспениваться достигает 250 г/м^3. Химический состав пыли: 60-70 % FeO, Fe_2O_3; 5-7 % CaO; 0,7-3 % SiO_2, 0,10-0,25 % S. Современная газоочистка с применением труб Вентури и/или «скрубберов» для улавливания пыли и электрофильтров мокрого типа на второй ступени обеспечивает снижение концентрации пыли в отходящих конвертерных газах вплоть до 10 мг/м^3 [9]. Такая компоновка газоотводящего тракта позволяет использовать очищенный газ как источник CO для получения синтез-газа при накоплении и усреднении его в специальных емкостях – газгольдерах в соответствии с технологическим процессом выплавки стали в конвертерах.

Водород для получения синтез-газа предлагается выделять из обратного коксового газа, который имеет усредненный химический состав, %: 55-60 H_2, 20-30 CH_4, 5-7 CO, 2-3 CO_2, 4 N_2, 2-3 C_mH_n и высокую теплоту сгорания (свыше 17 МДж/м^3). При этом дополнительно требуется предварительная глубокая очистка обратного коксового газа от аэрозольных смолистых и нафталиновых частиц, а также сернистых соединений [10-13].

Возможным вариантом может быть предварительная обработка газа распыленной водой, например, в установках типа труб Вентури, обеспечивающих улавливание частиц пыли размером 0,01-0,35 мкм на 50-85 %, а более крупных, размером 0,5-2,0 мкм – на 97 % [10, 14].

Очистку обратного коксового газа от смолистых аэрозолей предполагается выполнять в низконапорных скрубберах Вентури. Например, технология, разработанная Всероссийским углехимическим институтом (ВУХИН) и, в частности, внедренная в ОАО «Губахинский кокс», характеризуется следующими показателями: производительность по газу 50-100 тыс. м^3/ч, остаточное содержание аэрозолей смолы в газе 20-50 мг/м^3 газа, эффективность очистки 98-99 %, гидравлическое сопротивление 60-80 мм. вод. ст. [12].

В дальнейшем возможным агрегатом для контрольной очистки обратного коксового газа от аэрозолей может быть использование электрофильтров.

При очистке от пыли сухих газов электрофильтры могут работать в широком диапазоне температур и давлений, при этом их гидравлическое

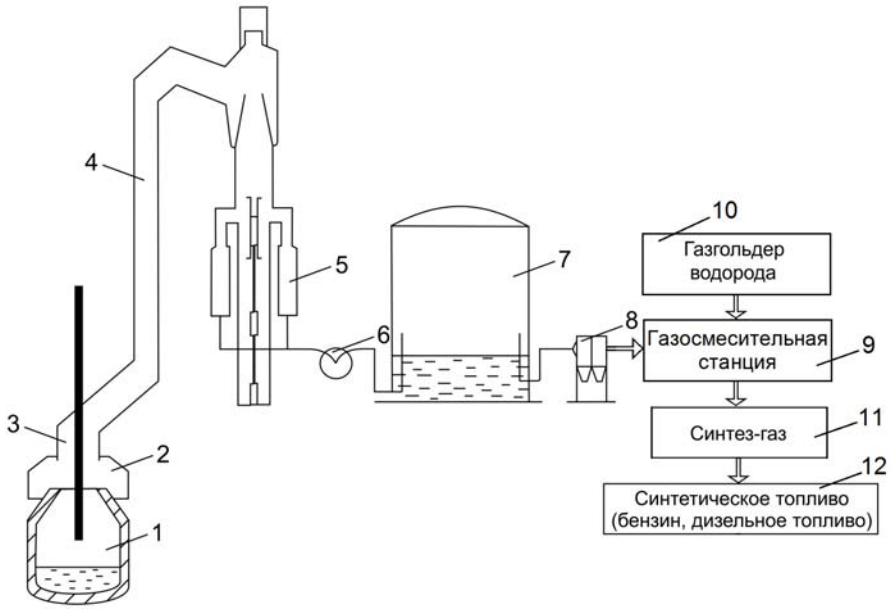
сопротивление составляет 100-150 Па. Степень очистки от аэрозолей на многопольных электрофильтрах при размере частиц более 1 мкм выше 90 % (до 99,9 %). Расход электроэнергии на электростатическую очистку составляет 0,1-0,5 кВт/1000 $м^3$ газа.

Следующим технологическим этапом подготовки обратного коксового газа к разделению является очистка от сернистых соединений, в основном сероводорода. При выделении сероводорода (H_2S) из газа необходимо учитывать присутствие в неочищенном газе цианистого водорода (HCN), который поглощается вместе с сероводородом и способен образовывать тиоцианаты (HSCN). Количество цианистого водорода в коксовом газе на предприятиях, перерабатывающих низкосернистые угли Кузбасса, сопоставимо с содержанием сероводорода (2-4 $г/м^3$), поэтому требуется комплексная очистка коксового газа от сероводорода и цианистого водорода, после чего газ можно направлять в технологический блок по выделению водорода.

Оптимальным вариантом технологии разделения газовых смесей является метод короткоцикловой адсорбции под переменным давлением (КЦА-PSA), которая получила значительное распространение в мире. Предлагаемая технология с получением водорода высокой концентрации (от 95 % до 99,9 %) основана на поглощении при высоком давлении твердым адсорбентом «примесей», содержащихся в исходном водородсодержащем газе, при прохождении через слой адсорбента с последующей десорбцией поглощенных примесей при сбросе давления и продувке противотоком чистым водородом [14, 15]. Что касается известной технологии использования полимерных мембран для разделения газовых смесей, то такие установки имеют ряд существенных недостатков по сравнению с короткоцикловой адсорбцией. К ним можно отнести прежде всего высокую энергоемкость, недостаточную надежность и ограниченный срок службы (3-5 лет). Поэтому технология КЦА-PSA в данном случае является более предпочтительной.

На рисунке показана предлагаемая технологическая схема производства синтетического жидкого топлива с использованием вторичных энергетических ресурсов.

При этом в конвертер 1 загружают металлический лом, заливают жидкий чугун, опускают фурму и продувают расплав. Образующийся при окислении углерода конвертерный газ проходит последовательно через горловину конвертера, уплотнительное устройство (подвижную юбку) 2, кессон 3, котел-утилизатор 4, скруббер для охлаждения и очистки газа 5, где происходит его охлаждение до 900 °С и снижение концентрации пыли до 120 $мг/м^3$.



1 – конвертер,2 – уплотнительное устройство, 3 – кессон, 4 – котел – утилизатор, 5 – скруббер для охлаждения и очистки газа, 6 – эксгаустер, 7 – газгольдер конвертерного газа, 8 – электрофильтр мокрого типа, 9 – газосмесительная станция, 10 – газгольдер водорода, 11 – блок отвода синтез – газа, 12 – блок производства синтетического топлива.

Рисунок – Технологическая схема производства синтетического топлива

Затем эксгаустер 6 направляет газ в газгольдер 7, где его собирают в соответствии с периодичностью работы агрегатов и межплавочными простоями. После газгольдера, где происходит его хранение, усреднение по температуре и химическому составу, конвертерный газ дополнительно очищают до концентрации пыли 10 мг/м^3 в электрофильтре мокрого типа 8 и далее компрессором по трубопроводу подают в газосмесительную станцию 9.

Одновременно коксовый газ из камеры сухого тушения кокса коксохимического производства интегрированного металлургического производства после охлаждения и очистки от пыли перекачивают в химический цех, где осуществляется химическое отделение продуктов коксования, после чего обратный коксовый газ подвергают глубокой очистке от аэрозольных, смолистых, нафталиновых частиц, сернистых соединений и подают в блок короткоцикловой адсорбции, где под переменным давлением выделяют водород с концентрацией 95-99,9 %, далее водород направляют в газгольдер 10 для сбора и хранения, затем по трубопроводу подают в газосмесительную станцию 9.

Поступающие в газосмесительную станцию потоки конвертерного газа и водорода регулируются с использованием электронных средств контроля: исполнительных механизмов и управляющих компьютеров с программным обеспечением, включающим в себя алгоритмы управления.

Главной целью контроля является управление составом газовой смеси, что осуществляется подачей в газосмесительную станцию регламенти-

рованного количества конвертерного газа и водорода для получения требуемого состава газовой смеси (синтез-газа).

Полученный синтез-газ 11 направляется на каталитическую переработку в синтетическое жидкое топливо 12.

Внедрение на металлургическом предприятии технологии использования вторичных энергетических ресурсов для производства синтетического топлива позволит снизить энергоемкость металлопродукции и экологическую нагрузку на атмосферу региона.

При существующем, например, в ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» объеме производства кокса и стали может быть получено более 1,3 млрд. $м^3$/год синтез-газа, что соответствует возможности и высокой рентабельности катализа высокооктанового СЖТ с объемом продаж до 2,6 млрд. руб/год.

Библиографический список

1. Ярошенко Ю.Г. Использование вторичных ресурсов черной металлургии: проблемы и решения // Металлургическая теплотехника. – 2011. – Выпуск 3 (18). – С. 164 – 176.
2. Лисин В.С. Стратегические ориентиры экономического развития черной металлургии в современных условиях / В.С. Лисин. – М.: Экономика, 2005. – 404 с.
3. Лякишев Н.П., Николаев А.В. К вопросу об энергетической оценке современной металлургии // Металлы. – 2001. – № 5. – С. 8 – 18.
4. Шевелев Л.Н. Мировая черная металлургия 1950 – 2000 г.г. М.: Машиностроение, 1999. – 216 с.
5. Николаев А.В. Системный анализ энергоматериальной структуры производства стали // Сталь. – 1993. – №11. – С. 14 – 18.
6. Гнездилов Е.А., Жуков А.В., Яковлев А.Д. Экологическая эффективность организации производства синтетического топлива на основе химической переработки угольного минерального сырья в условиях дальневосточного региона // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 12 – С. 342 – 344.
7. Ионе К. Г. Полифункциональный катализ на цеолитах. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1982. – 271 с.
8. Кудрин В.А. Теория и технология производства стали: учебник для вузов / В.А. Кудрин. – М.: Мир, 2003. – 528 с.
9. Использование конвертерного газа в качестве топлива. ЭСКО – Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы», 2005, №12: http://esco-ecosys.narod.ru/journal/journal48.htm Назаров В.Г. // Кокс и химия. – 2011. – № 3. – С. 54 – 56.
10. Назаров В.Г. Научные основы улавливания химических продуктов коксования в разработках ВУХИНа // Кокс и химия. – 2011. – № 3. – С. 54 – 56.
11. Стефаненко В.Т. Экологическая безопасность коксохимического производства // Кокс и химия. – 2011. – № 3. – С. 62 – 65.

12. Ахметов С.А., Ишмияров М.Х., Кауфман А.А. Технология переработки нефти, газа и твердых горючих ископаемых. – С-Пб.: «Недра», 2009. – 832 с.
13. Швидкий В.С., Ладыгичев М.С. Очистка газов. Справочник. – М.: «Теплоэнергетик», 2002. – 450 с.
14. Хейфец Л.И., Зеленко В.П., Павлов Ю.В. Элементы теории процессов адсорбционного разделения газовых смесей. – М.: МГУ им. Ломоносова, 2004. – 68 с.
15. Баранов Д.А., Кутепов А.М. Процессы и аппараты. – М.: Academa, 2004. – 304 с.

УДК 662.74:628.56

УПРАВЛЕНИЕ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Бальцер Д.В., Павлович Л.Б., Лупенко В.Г.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Сточные воды коксохимического производства (КХП) — одни из наиболее опасных источников загрязнения водоемов и трудных с точки зрения их очистки среди промышленных сточных вод. Удельное количество образующихся стоков на КХП с полным циклом улавливания и переработки химических продуктов коксования должно в среднем составлять 0,4-0,5 $м^3$ на тонну сухого валового кокса [1].

Для отвода сточных вод на КХП применяются раздельные системы канализования вод: *ливневая канализация*, по которой отводится поверхностный сток, а также слабозагрязненные (так называемые условно-чистые) воды: продувочные воды из оборотных систем водяного охлаждения закрытой теплообменной аппаратуры, часть дренажных вод; *хозяйственно-фекальная канализация* – для бытовых сточных вод, включая стоки санитарно-бытовых корпусов, столовых; *шламовая канализация*, воды обычно замкнуты в оборотной системе, включающей сооружений для осветления воды, шламонакопители; *фенольная канализация* для промышленных фенолсодержащих стоков (фенольные сточные воды).

К основными источникам образования фенольных сточных водам относят: избыточную надсмольную воду, образующуюся за счет физической и пирогенетической влаги шихты; воды, образующиеся за счет контакта острого пара и технической воды с химическими продуктами коксования при их улавливании и переработке (сепараторные воды, отжимные воды из хранилищ, избыточная вода цикла конечного охлаждения коксового газа при обновлении цикла технической водой); загрязненный конденсат энергетического пара, используемого для пропарок трубопроводов, ап-

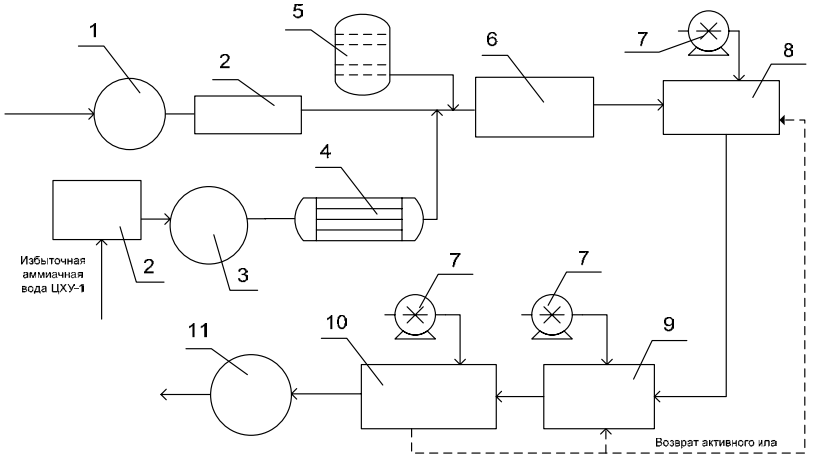
паратуры, железнодорожных цистерн; для паровой инжекции газов при загрузке коксовых печей и др.; аварийные сбросы обводненных продуктов; утечки технической воды и конденсата пара при нарушении герметичности теплообменной аппаратуры; ливневые (атмосферные) и поливочно-моечные воды; прочие источники: аварийные переливы из хранилищ избыточной надсмольной воды, цикла газосборника, конденсат из гидрозатворов и т.п.

Действующая на КХП установка биохимической очистки (БХУ) очищает сточные промышленные воды от фенолов, роданидов, смол и масел. В биохимочищенной (БХО) воде остается высоким содержание соединений азота, взвешенных веществ, ХПК, сульфатов, хлоридов, полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), выделенных из числа наиболее токсичных соединений, в т. ч. сильных канцерогенных веществ: бенз[а]пирен и бенз[а]антрацен [1,2].

Разработка системы управления сточными водами КХП и переход на режим водопользования по малоотходной технологии является актуальной задачей.

Цель работы – разработка способов использования и очистки сточных вод КХП в техническом водоснабжении с целью предотвращения загрязнения поверхностных вод.

Очистка фенольных сточных вод КХП Западно-сибирского металлургического комбината осуществляется микробным способом на биохимической установке в две стадии с помощью специальных комплексов бактерий. На первой ступени проходит очистка от фенолов и частично от цианидов. На второй ступени – от роданидов и цианидов. Технологическая схема БХО фенольных сточных вод КХП представлена на рисунок 1.



1 – фенольный сборник, 2 – первичный отстойник, 3- сборник аммиачной воды, 4 – теплообменные аппараты, 5- хранилище ортофосфорной кислоты, 6 – усреднитель, 7 – воздуходувка, 8 – предаэротенк, 9 – аэротенки 1-ой ступени, 10 – аэротенки 2-ой ступени, 11 – вторичный отстойник

Рисунок 1 – Технологическая схема БХО фенольных сточных вод КХП

Из трубопроводов самотечной фенольной канализации сточные воды КХП поступают в фенольный сборник (1). Из фенольного сборника насо-

сами фенольная вода подается по трубопроводу на первичный отстойник №1 (2), где происходит отстой смол, масел и взвешенных веществ. Очищенная фенольная вода от смол и масел из первичного отстойника через переливные гребёнки по самотечному трубопроводу поступает в усреднитель (6). Аммиачная вода из цеха химического улавливания по напорному трубопроводу поступает в первичный отстойник №2 (2). Очищенная аммиачная вода от смол и масел по самотечному трубопроводу поступает в сборник аммиачной воды (3). Из сборника аммиачной воды насосами вода подается в межтрубное пространство теплообменных аппаратов «труба в трубе» (4), где охлаждается, с 80-90 °С до 45-55 °С, и направляется для усреднения в усреднитель (6).

В усреднителе фенольная и аммиачная воды усредняется по химическому составу. Далее вода насосами по трубопроводу подается в предаэротенки №1-8 (8), где происходит предварительное обесфеноливание сточной воды. В предаэротенки подается воздух воздуходувками (7), фосфорное питание с хранилища ортофосфорной кислоты (5) и возврат очищенной воды с активным илом для обновления культуры. Из предаэротенков насосами вода подается в аэротенки 1-й ступени (9), где происходит процесс обесфеноливания воды фенолразрушающими микроорганизмами, которые работают в аэробных условиях. Прошедшая очистку в аэротенках первой ступени сточная вода поступает в аэротенки второй ступени (10) для очистки воды от роданидов роданоразрушающей культурой и далее поступает во вторичный отстойник (11), откуда осветленная вода направлялась: на тушение кокса мокрым способом в тушильной башне; для доочистки на городских очистных сооружениях; сбрасывалась на шламохранилище комбината, где разбавлялась в оборотной системе гидрозолошламоудаления со стоками, поступающими с цехов комбината, дебаланс сточных вод сбрасывался через оз. Узенькое в р. Томь. Из схемы работы БХУ выведены флотаторы и напорные маслоотделители.

Для обесфеноливания и обезроданивания сточных вод были использованы разновидности лучистых грибков Nocardias N. Convaluta и N. Mexicana. Результаты опытов по очистке сточных вод от фенолов с помощью культуры N. Convaluta и обесфеноленной воды от роданидов с использованием культуры N. Mexicana при 28-30 °С показывают, что эти культуры обладают большей активностью, чем применяемые обычно культуры фенол- и роданразрушающих бактерий. Положительным свойством культуры Nocardia является ее высокая активность при любых концентрациях фенолов.

БХУ имеет в своем составе отделения предварительной (механической) и биохимической очистки. В отделении предварительной очистки происходит извлечение их сточных вод смол и масел отстаиванием. Отделение биохимической очистки предназначено для биохимического окисления фенолов, роданидов и цианидов.

Химический состав фенольной воды поступающей на биохимочистку представлен в таблице 1. Фенольная вода, характеризовалась следующими среднегодовыми показателями, содержание, мг/дм^3: фенолов общих – 397,0, роданидов – 275,0, аммиака летучего – 117,0, аммиака общего –444,0, цианидов – 10,0, ХПК – 1667,0, фосфатов – 12,2, нафталина – 35,0 и др. Очищенная на БХУ вода (таблица 1) характеризовалась следующими среднегодовыми показателями: pH=7,3, щелочность общая – 1,2 мг-экв/дм^3, жесткость общая – 2,3 мг-экв/дм^3, содержание, мг/дм^3: фенолов – 0,144, роданидов – 0,81, аммиака общего – 362, смол и масел – 8. Эффективность очистки воды на БХУ составляет по фенолам – 99,4 %, роданидам – 99,8 %, аммиаку общему – 23,9 %, смоле – 75 %.

Кроме традиционно анализируемых компонентов представленных в табл.1, установлено, что БХО вода содержит ПАУ, в том числе: нафталин, аценафтилен, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз[a]антрацен, хризен, бенз[b]флуорантен, бенз[k]флуорантен, бенз[g,h,i]перилен, дибенз[a,h]антрацен, индено[1,2,3-cd]пирен, содержание бенз[a]пирена составляет до 2,5 мкг/дм^3 [2].

Таблица 1 –Химический состав сточных вод КХП

Наименование компонента	Содержание, мг/дм^3			Эффект очистки, %: (+) увеличение, (-) снижение (после внедрения)
	до БХУ	после БХУ	средние результаты анализа воды отстойника УОЦ (до внедрения)	
pH, ед.	7,7	7,4	не опр.	
Фенолы	397,0	0,144	0,056	-61,1%
Роданиды	275,0	0,8	0,136	-83,1%
Аммиак общий	444,0	422,4	не опр.	не опр.
Цианиды	10,0	0,06	0,031	-46,5%
ХПК, мг O_2/дм^3	1667,0	690,01	236,11	-65,8%
Фосфаты	12,0	2,12	0,183	-91,4%
Нафталин	35,0	0,001	не опр.	не опр.
Смолы и масла	32,0	8,0	не опр.	не опр.
Азот аммонийный	не опр.	361,9	117,39	-67,6%
Нитраты (по NO_3)	0	25,5	46,53	+82,7%
Нитриты (по NO_2)	0	17,26	5,785	-66,5%
Взвешенные вещества	230	334,0	6802	+1937,7%
Сульфаты	не опр.	987,7	381,58	-61,4%
Солесодержание	не опр.	1710,0	676	-60,5%
Фториды	38,8	34,9	6,29	-82,0%
Хлориды	не опр.	91,4	50,67	-44,6%

Разработана и внедрена технология использования БХО воды в производственном водоснабжении КХП для замены технической воды при газоочистке выбросов в атмосферу коксовых цехов, скрубберов мокрой очистки дымовых газов сушильного отделения углеобогатительного цеха, а также оборотной воды флотации угля [3, 4].

В коксовых цехах (КЦ) установлены аспирационные системы (АС) улавливания коксовой пыли от коксосортировок, установок сухого тушения кокса, бункеров мелкого кокса, бункеров крупного кокса, перегрузочных станций. АС состоят из укрытий мест пылевыделения, зонтов отсоса, систем отсасывающих и напорных воздуховодов, побудителей тяги (дымососов, вентиляторов), очистных аппаратов, систем пылеудаления (сухая очистка), подачи орошающей жидкости и шламовой канализации (мокрая очистка). В качестве очистных аппаратов АС используются скоростные промыватели Свердловского института охраны труда (СИОТ); коагуляционный мокрый промыватель (КМП-8), центробежный скруббер (ЦС-21). Принципиальная схема системы водоснабжения и водоотведения аспирационных систем КЦ КХП представлена на рисунок 2.

Схема водоснабжения АС КЦ – прямоточная, с использованием свежей технической воды со сбросом шламовых сточных вод в наружный шламовый отстойник (НШО) и далее в шламохранилище комбината. Суммарный расход воды на АС КЦ-1, 2 составлял 251,5 $м^3$/час. Потери воды на испарение в пылеуловителях АС КЦ составляли 11 $м^3$/час. Расход шламовых сточных вод от АС КЦ-1 составлял 240,5 $м^3$/час.

Выполненные расчеты показали, что все АС могут быть переведены на использование БХО воды, что и выполнено в настоящее время. БХО вода подается по трубопроводам в АС КЦ и на скруббера мокрой очистки дымовых газов в сушильное отделение углеобогатительного цеха (УОЦ) в замен технической воды, после газоочистного оборудования шламовая вода поступает в НШО УОЦ, где отстаивается от частиц кокса и угля, и затем перекачивается на гидроотвал комбината.

Использование биохимочищенной воды взамен технической влияло на эффективность работы циклонов-промывателей и скрубберов при очистке от коксовой и угольной пыли. Степень очистки отходящих газов от пыли по сравнению с технической водой увеличивалась в среднем на 23-26 %, что объясняется наличием поверхностно-активных свойств в сточных водах КХП, способствующих смачиванию гидрофобной поверхности угольной и коксовой пыли [5].

При использовании БХО воды на скрубберах мокрой очистки дымовых газов сушильного отделения УОЦ взамен технической для очистки выбросов происходила доочистка воды по следующим компонентам, %: аммиаку на 4,8; ХПК – 21,4; фторидам – 21,2. В отработанной воде увеличивалось содержание, %: железа на 100,6; фенолов – 17,2; нитритов – 20,4; нитратов – 5,8. Концентрация нелетучих загрязнителей в воде в основном увеличивалась, как в результате концентрирования воды, так и вследствие извлечения примесей из продуктов горения газов, выбрасываемых из сушильного отделения, извлечения угольной пыли; концентрация аммиака снижалась за счет отдувки в атмосферу.

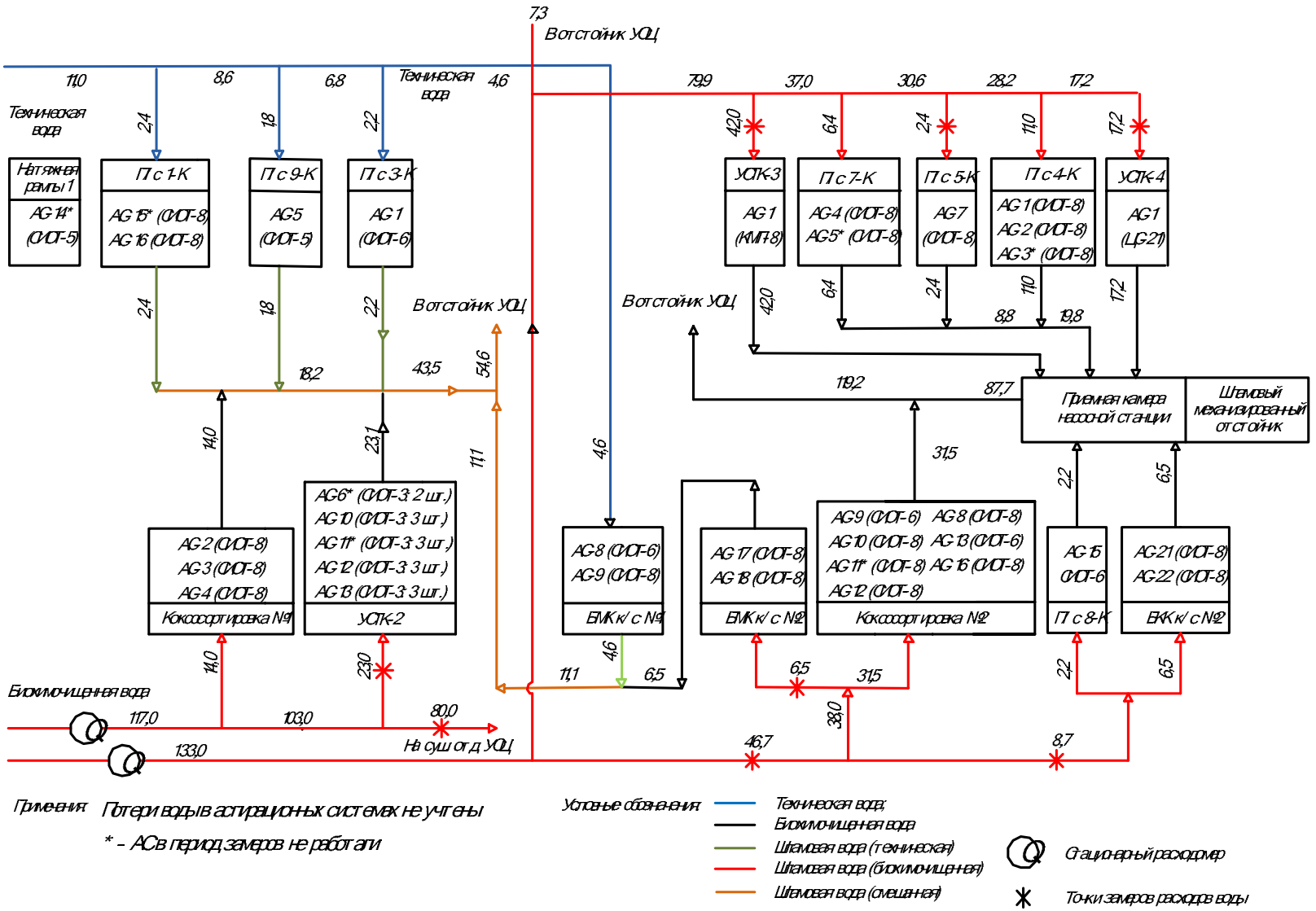


Рисунок 2 – Принципиальная схема системы водоснабжения и водоотведения аспирационных систем КЦ КХП

Исследован процесс флотации угля с использованием стоков очистки дымовых газов сушильного отделения УОЦ. Взамен части осветленной воды использовали сточную воду после скрубберов сушильного отделения УОЦ, на орошение которых поступала биохимочищенная вода 80 м^3/ч. Количество биохимочищенной воды составляло 8,5-10 % от общего расхода воды на флотацию. Результаты использования также показали доочистку воды питания флотации по ингредиентам от 1,3 до 57,7 %, в среднем 29,2 % [4].

Использование БХО воды для очистки выбросов УОЦ существенно не сказалось на технологическом процессе флотации угольного шлама, но позволило утилизировать ее и достичь дополнительной очистки по различным загрязняющим ингредиентам. Полученные данные показали, что все БХО воды после АС целесообразно подавать в голову процесса флотации, что не только снизит на 250 м^3/ч или 2,1 млн м^3/год расход осветленной воды гидроотвала, но и даст дополнительную очистку шламовых вод.

Анализ стоков после шламового отстойника в сравнении с исходной БХО водой с внедрением технологии очистки газообразных выбросов БХО водой и подачей стоков в НШО по внедренной схеме на рисунке 3, представлен в таблице 1.

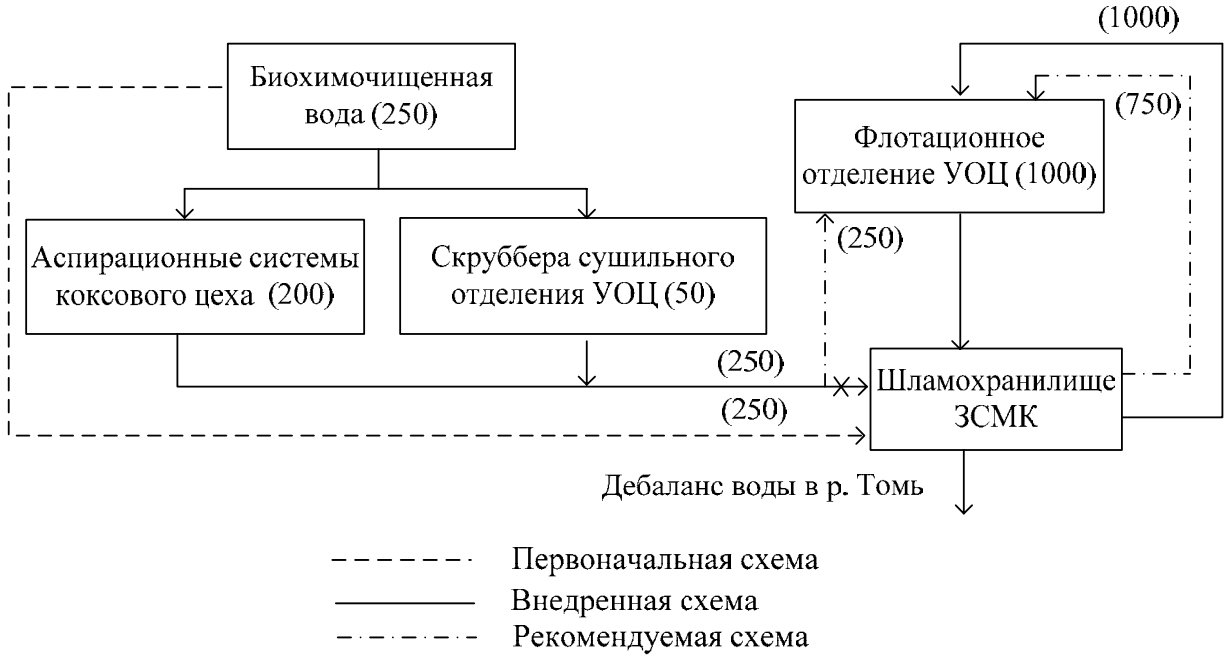


Рисунок 3 – Принципиальные схемы утилизации биохимочищенной воды, (расход в м^3/ч)

КХП не сбрасывает в общезаводской сток комбината БХО воду в количестве 2,1 млн. м^3 в год. Этого стока после использования воды на очистке выбросов нет. Имеют место стоки УОЦ, в которых содержание вредных компонентов против их содержания в стоках после БХУ снижалось на

44-99,9 %, в среднем на 68 %, кроме взвешенных веществ, алюминия, кальция и нитратов, которые повышались за счет стоков от процесса флотации, а рост нитратов (NO_3) связан с выносом активного ила с БХУ. Очистка БХО воды происходила не только за счет их разбавления, но и за счет очистки БХО воды адсорбцией на угольной и коксовой пыли.

Рекомендована схема утилизации БХО воды, представленная на рисунке 3. Предлагается с целью дополнительной очистки стоков БХУ, их вторичного использования для дополнительной экономии 250 $м^3$/ч осветленной воды гидроотвала подавать стоки газоочистного оборудования после аспирационных систем на флотацию угля.

Таким образом, исследована, разработана и внедрена технология полного использования биохимочищенной сточной воды взамен технической на газоочистном оборудовании КХП, в результате чего достигнута: экономия свежей технической воды 2,1 млн. $м^3$ в год; дополнительная очистка биохимочищенной воды от вредных компонентов 44-100 %, в среднем на 68 %; повышение степени очистки отходящих газов от угольной и коксовой пыли составило 23-26 %.

Разработана технология утилизации биохимочищенной воды в процессе флотации угля, внедрение которой позволит достигнуть дополнительной очистки стоков КХП в среднем на 15 % и дать дополнительную экономию 2,1 млн. $м^3$ в год оборотной воды на УОЦ.

Библиографический список

1. Кагасов В.М., Дербышева Е.К. Очистка сточных вод коксохимических предприятий – Екатеринбург: Полиграфист, 2003. – 190 с.
2. Павлович Л.Б., Журавлева Н.В., Бальцер Д.В. Полициклические ароматические углеводороды в сточных водах коксохимического производства // Кокс и химия. 2010. № 10. С. 36-41.
3. Павлович Л.Б., Назаров Н.Н., Бальцер Д.В. и др. Использование биохимически очищенной воды в производственно-техническом водоснабжении коксохимического производства // Кокс и химия. 2008. № 7. С. 34-40.
4. Павлович Л.Б., Долгополов В.П., Бальцер Д.В. и др. Использование биохимически очищенной воды в процессе флотации угля // Кокс и химия. 2008. № 10. С. 38-42.
5. Павлович Л.Б., Журавлева Н.В., Бальцер Д.В. Исследование поверхностно-активных свойств биохимически очищенной воды коксохимического производства // Кокс и химия. 2011. № 7. С. 37-42.

УДК 658.567.1(571.17)

РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ И ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В УТИЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННО-БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

ВОДОЛЕЕВ А. С.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Объектом исследования в данной работе являются осадки сточных вод (ОСВ) городских очистных сооружений г. Новокузнецка, бумажные отходы, упаковочный картон, опилки. Процесс урбанизации и развитие промышленности в Кемеровской области сопровождаются увеличением объемов сточных вод и их осадков. В настоящее время огромное количество отходов, складируемых на полях фильтрации и загрязняющих значительные площади, вызывают сильную тревогу.

Результаты исследований в области химии металлов в почвах и воздействия их на растения демонстрируют сложность и неоднозначность вопроса почвенного размещения ОСВ, загрязненных металлами. Для обеспечения получения гигиенически пригодной экономически оправданной растительной продукции, В.Б. Ильин [4] разработал нормирование содержания ТМ в почвах:

Основной контроль – санитарно-гигиенический (содержание элемента-токсиканта в товарной части растительной продукции не превышающую гигиеническую норму);

Вспомогательный – почвенный (содержание подвижной формы элемента – токсиканта в почве, гарантирующей накопление его в поедаемой части растений в количестве, не превышающую гигиеническую норму);

Санитарно-гигиенической (численность или активность наиболее опасной и толерантной к элементу – токсиканту патогенной группы микроорганизмов).

Для сохранения в почве ее свойств и процессов, по мнению В.Б. Ильина, М.Д. Степановой – первичным этапом должен быть микробиологический тест (численность или активность физиологически важной для почвы группы микроорганизмов наименее толерантной к элементу токсиканту) [4].

Второй этап – почвенный тест (содержание в почве подвижной формы элемента токсиканта, обоснованное микробиологическим тестом).

В крупных городах, в том числе и в Новокузнецке, существует проблема размещения и полезного использования отходов городских очистных сооружений – ОСВ [7]. Благодаря содержанию N, P, Ca, Mg и ряда необходимых для нормального развития микроэлементов B, Co, Cu, Mn, Mo, Se, Zn ОСВ могут быть классифицированы как органо-минеральное азот-

но-фосфорное удобрение. Кроме того, в процессе хранения в нем происходит образование гуминовых веществ, способствующих накоплению в листьях растений хлорофилла и более интенсивному росту корней. Специалисты в области рекультивации отмечают преимущества использования ОСВ по сравнению с традиционными способами: наличие в ОСВ значительного количества органического вещества, химическая буферная способность, снижающая токсичность отходов, высокое содержание макроэлементов и микроэлементов, необходимых для развития растений.

Источниками бумажных отходов являются древесная целлюлоза (главная часть оболочки растений), целлюлоза однолетних растений, тряпичная полумасса и вторсырьё (макулатура). Картон отличается от бумаги гораздо большей толщиной и массой. При производстве картона в основном используют материал с более грубыми волокнами (полуцеллюлоза, макулатура, бурая древесная масса, сульфатная целлюлоза).

Опилки и стружка – это мелкие деревянные частички, образующиеся при обработке древесины. Их используют для сохранности грузов при перевозке, в изготовлении мебели, при выращивании грибов, для производства этиловых спиртов на химических предприятиях, в фармацевтике и т.д.

Методика проводимых исследований. Лабораторный эксперимент проводили с использованием вышеназванных отходов, внесенных послойно в пластмассовые ящики в трех вариантах:

1. бактерии + субстрат;
2. черви + субстрат;
3. бактерии и черви + субстрат.

Масса субстрата в каждом варианте составила в среднем 3кг.

Распределение промышленных и бытовых отходов проводили послойно снизу вверх (толщина слоя составила 2,3 см) по следующей схеме:

- травянистые отходы;
- бумажные и древесные отходы;
- почва окультуренная;
- осадки сточных вод.

Источником микроорганизмов явились используемые отходы и микропрепарат Байкал ЭМ-1, внесенный в 1-й и 3-й варианты опыта в количестве 5 мл исходного концентрата, разбавленного в 30 раз.

Заражение почвенными сапрофагами проводили внесением во 2-й и 3-й варианты 12-ти особей компостных дождевых червей второго года жизни (исходя из нормативов плотности заселения червями на 1м^2 по А.М. Игонину) [3].

Для оптимального обеспечения жизнедеятельности сапрофагов в пробы с червями вносили по 5г толченого мела.

Отбор проб ОСВ был осуществлен в июле 2010 г. из складированных перезимовавших буртов с глубины 0,3-0,5 м от поверхности отходов. Па-

разитологический анализ и микробиологическое исследование на наличие возбудителей инфекционных заболеваний, проводимые городской СЭС, дали отрицательный результат. Микроскопирование проводилось при 600 и 1350 кратном увеличении с использованием микроскопов отечественного производства фирмы «Биолам». Фотоизображение осуществлялось цифровой насадкой MD-300.

Количественный учет микроорганизмов проводили методом предельных разведений на жидких питательных средах [1].

Элементный состав отходов изучали методом спектрального анализа в лаборатории Западно-Сибирского испытательного Центра, г. Новокузнецк [5].

Количественный подсчет дождевых червей проводили по всему профилю используемого субстрата, учитывая их возрастной состав.

Статистическая обработка полученных результатов проводилась по программе STAT (2000 г).

Микробиологический анализ ОСВ [2] (проба №1) показал их изначально высокую биологическую зараженность широкого таксономического спектра микроорганизмов. Вместе с тем, в составе бактериального комплекса преобладают неспоровые формы, являющиеся пионерами освоения органических остатков. В составе спорообразующих форм присутствует *Bacillus cereus* в количествах, превышающих санитарное благополучие. Доминантом выступает *Bacillus megaterium*, использующий, как органический, так и минеральный азот. Соотношение колониеобразующих единиц (КОЕ) микроорганизмов, выросших на КАА к числу таковых на МПА превышает единицу, что свидетельствует о возможности интенсивной минерализации ОСВ. Содержание *Bacillus cereus* превышает санитарные нормы, соответствуя категории “патогенных” сапрофитов.

Почвенные экосистемы без внесения ОСВ характеризуются высоким таксономическим разнообразием микрофлоры, высокой уровнем минерализации и самоочищения (проба № 2).

Таким образом, в результате микробиологических почвенных исследований установлено, что сукцессионные изменения в составе микробоценоза сформированных с использованием ОСВ органоминеральных субстратов соответствуют начальным этапам становления. Присутствие ОСВ усиливает эти процессы [6].

Для создания на отходах более высокого ценотического уровня в помощь микробоценозу необходимо привлечь другие организмы. Наиболее приемлемыми в условиях опыта явились почвенные сапрофаги – дикая популяция компостных дождевых червей (*Eisenia foetida*).

Полученные результаты по биомассе и количеству особей сопровождались сравнительным анализом исходного химического состава отходов на основе ОСВ и полученных из них конечных продуктов (таблица 1).

Таблица 1 – Исходный химический состав отходов на основе ОСВ и полученных из них продуктов (расчет на сухое вещество). Динамика количественных показателей особей червей

Показатель	Ед. изм.	Исходные ОСВ	Продукт переработки ОСВ	Гост Р17.4.3.07-2001
Гумус	%	33,9	34,3 (+ 0,4)	20
Значение pH	lg[H]	6,3	6,7 (+ 0,4)	5,5 – 8,5
Общий азот	%	1,9	2,1 (+0,2)	0,6
Общий фосфор	%	3,2	3,3 (+0,1)	1,5
Свинец	мг/кг	69,0	30,2 (-38,8)	250
Кадмий	мг/кг	2,0	Не обнаружен (-2,0)	15
Никель	мг/кг	112,9	86,1 (-26,8)	200
Хром	мг/кг	136,0	15,7(-120,3)	500
Цинк	мг/кг	837,0	428,1 (-408,9)	1750
Медь	мг/кг	191,0	17,9 (-173,1)	750
Мышьяк	мг/кг	19,0	3,9 (-15,1)	10
Марганец	мг/кг	1669,0	453,4 (-1215,6)	2000
Число особей 2-й вариант	шт	12	245 (+233)	-
Число особей 3-й вариант	шт	12	180 (+168)	-

Данные таблицы 1 свидетельствуют, что после участия червей в переработке ОСВ содержание тяжелых металлов в свободном виде значительно снижается за счет их перехода в биофильное состояние в составе структур живого организма. Пищевые цепи обеспечивают длительное удержание внутри экосистем энергии, связанной фотосинтезом, и резерва биофильных элементов, необходимых для новых поколений, живого вещества.

За счет увеличения количества основных питательных элементов (азота и фосфора) и снижения токсичности ТМ появляются благоприятные условия для произрастания высших растений и формирования фитоценоза. Роль биотических факторов и скорость формирования ценозов всех уровней резко возрастают, что позволяет достичь конечной цели – создание устойчивой экосистемы при утилизации промышленно-бытовых отходов.

Библиографический список

1. Аникиев В.В., Лукомская К.А. Руководство к практическим занятиям по микробиологии: Учеб. Пособие для студентов. 2-е изд. – М.: Просвещение, 1983. – 127 с.
2. Артамонова В.С. Микробиологические особенности антропогенно преобразованных почв юго-востока Западной Сибири / Автореф. дисс. докт. биол. наук. – Новосибирск, 2000. – 32 с.

3. Игонин А.М. Дождевые черви. М.: Народное образование, НИИ школьных технологий, 2006. – 192 с.
4. Ильин В.Б., Степанова М.Д. Относительные показатели загрязнения в системе почва – растение // Почвоведение, 1979. № 11. – С. 61 – 67.
5. Методические указания по санитарно-биологическому исследованию почвы. – М.: Гл. сан.-эпидем. упр-ние, 1981. – 14 с.
6. Попова Л.Г., Михайлов Л.Н. Влияние осадков сточных вод на биологическую активность почвы // Вопросы экологии в интенсивных земледелиях Поволжья. – Саратов, 1990. – С. 75 – 77.
7. Приказ МПР России от 15.06.2001 № 511 «Об утверждении критериев отнесения опасных отходов к классу опасности для окружающей природной среды»

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ

УДК 622.324.5; 662.767.2

УКРАИНСКИЙ ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОБНОЙ ОТКАЧКИ БИОГАЗА НА ПОЛИГОНЕ ТБО

КУЦЫЙ Д.В., МАТВЕЕВ Ю.Б.

Институт технической теплофизики НАН Украины
г. Киев
Научно-технический центр «Биомасса»
г. Киев

Введение. На сегодняшний день в Украине около 75 % населения включено в сферу обращения с твердыми бытовыми отходами (ТБО). В 2011 г. коммунальными и частными предприятиями собрано 52,3 млн. м^3 ТБО, из которых 92 % были вывезены и захоронены на шести тысячах полигонов ТБО, 4 % утилизированы на 2-х мусоросжигающих заводах, 3% попали на мусороперерабатывающие комплексы и 1 % – на пункты заготовки вторичного сырья [1].

В Украине полигоны еще долго будут оставаться основными объектами утилизации ТБО. Связано это в первую очередь с относительной дешевизной их эксплуатации. В ближайшие годы необходимо проводить закрытие и рекультивацию переполненных полигонов, санацию и паспортизацию действующих полигонов, а также строительство новых современных инженерных полигонов.

Вышеперечисленные мероприятия должны сопровождаться строительством систем сбора, а в некоторых случаях, и утилизации биогаза, что поможет не только уменьшить выбросы биогаза и вредных веществ в окружающую среду, но также даст возможность получить и использовать возобновляемый источник энергии – метан.

В настоящее время в Украине действует девять полномасштабных систем сбора биогаза, которые построены на рекультивированных (г. Ялта, Луганск), закрытых (г. Мариуполь, Запорожье), а также действующих (г. Алушта, Львов, Киев, Кременчуг, Винница) полигонах ТБО. Кроме того, в рамках программы «Метан на рынок» реализован демонстрационный проект ограниченной системы сбора биогаза и отопления производственных помещений с помощью инфракрасных нагревателей [2].

Большая часть проектов реализована в рамках механизма Совместного Осуществления Киотского Протокола, при этом биогаз собирается и сжигается на факеле для снижения выбросов парниковых газов. В некоторых случаях часть биогаза используется для производства электроэнергии

для обеспечения работы собственного оборудования. Исключением является проект на киевском полигоне ТБО, в котором биогаз используется для производства электроэнергии и продажи ее в сеть.

Создание систем сбора биогаза должно сопровождаться, а в идеале, предваряться исследованиями свойств полигонов и определением инженерных и режимных параметров, необходимых для качественного проектирования, оптимизации стоимости проекта и надежной эксплуатации. Несколько таких исследований были проведены в Украине в рамках реализации программы «Метан на рынок» (позже «Глобальная метановая инициатива»), результаты одного из них представлены ниже.

Методика исследований. Пробная откачка является основой метода исследования и определения газообразования на полигонах ТБО, разработанного Агентством защиты окружающей среды США [3]. Для проведения исследований газообразования согласно методике на характерном участке или участках полигона ТБО необходимо соорудить кластер из трех газосборных скважин или отдельные газосборные скважины, которые дополняются экспериментальными скважинами для контроля параметров в теле полигона. В кластере газосборные скважины размещают в вершинах равностороннего треугольника. Расстояние экспериментальных скважин от вершин треугольника обычно составляет 3, 15, 30 и 45 м. Отдельные газосборные скважины также окружаются экспериментальными скважинами на аналогичных расстояниях в разных направлениях.

Газосборная скважина сооружается в шурфе большего диаметра (от 300 мм), в который вставляется газосборная труба диаметром 110-150 мм, ⅔ которой перфорированы отверстиями или прорезями и обсыпаны гравием. Экспериментальная скважина сооружается в шурфе меньшего диаметра, зависящем от количества вставляемых измерительных труб диаметром 25-32 мм. Обычно в одном шурфе устанавливается до трех труб, длина которых соответствует исследуемой глубине, нижний участок труб длиной 1м перфорирован отверстиями и обсыпан гравием.

План проведения исследований включает два этапа: измерения в стационарных условиях и измерения в динамических условиях при откачивании биогаза. В стационарных условиях за 3-4 дня до начала откачки биогаза с помощью экспериментальных скважин измеряют состав и относительное давление биогаза в теле полигона, а также контролируют барометрическое давление. Газосборная скважина при этом остается закрытой. Полученные данные приводят к абсолютному давлению и усредняют за весь период измерений для учета возможного влияния изменения атмосферного давления:

$$\overline{P}_0 = P_{атм} + P_i$$

где, P_0 – абсолютное давление в теле полигона при стационарных условиях, Па; $P_{атм}$ – атмосферное давление, Па; P_i – относительное давление в теле полигона.

Затем начинают откачку биогаза из газосборных скважин или скважины, измеряя его общий состав и расход. Откачивание проводят с периодическим увеличением вакуума на величину 500 Па с суточным интервалом. Одновременно проводится измерение состава и относительного давления на разных глубинах и расстояниях с помощью экспериментальных скважин. Проводится анализ наличия подсоса воздуха по методике [4]. В случае регистрации подсоса воздуха значение вакуума возвращают к предыдущему режиму и контролируют параметры на экспериментальных скважинах, а также атмосферное давление в течение 1-2 дней. Полученные данные также приводят к абсолютному давлению и усредняют за период измерений:

$$\overline{P}_e = P_{атм} + P_{\text{і}}$$

где, P_e – абсолютное давление в теле полигона при динамических условиях, Па.

Используя разность между абсолютными давлениями в стационарных и динамических условиях определяют расстояние от отдельной газосборной скважины, где эта разность равна нулю, таким образом определяя максимальный радиус действия скважины (РДС):

$$\Delta P = \overline{P}_e - \overline{P}_0 = 0$$

Измерения расхода и состава биогаза продолжаются для установленного вакуума с известным РДС. При этом осуществляют регулирование расхода на отдельных скважинах до тех пор, пока не будет установлен стационарный режим, характеризующийся постоянным составом и расходом газа. Продолжительность времени до получения стационарного режима может составлять от 7 до 35 дней [5].

После окончания измерений определяют площадь и объем отходов в пределах РДС с учетом пересечения зон действия разных скважин. Полученный ранее стационарный расход биогаза делят на рассчитанный объем отходов и получают удельную величину сбора биогаза. Удельную величину образования биогаза оценивают на основании предположения, что в пределах измеренного максимального РДС можно собрать 90 % генерированного биогаза.

Объект и оборудование исследований. Пробная откачка биогаза проводилась на полигоне ТБО, который с 1959 года обслуживает г. Ровно, Украина. Общая площадь полигона составляет 21,9 га, из которой на момент проведения исследований 17,9 га были заняты под ТБО. Глубина отходов оценивалась в 10-15 м, а общее количество накопленных отходов составляло порядка 1,5 млн. тонн (рисунок 1) [5].

Поскольку полигон был действующим, то исследования проводились на закрытом участке полигона, который не принимал ТБО с 2005 года. На данном участке был сооружен кластер из трех газосборных скважин глубиной 8,5, 10,2 и 8,0 м, которые располагались в вершинах треугольника со сторонами 22, 23 и 21 м. На расстоянии 8-10 и 22 м от каждой скважины были сооружены две экспериментальные скважины в направлении, пер-

пендикулярном противоположному катету треугольника. В каждой экспериментальной скважине были размещены две трубы, достигающие глубины 4 и 7-8 м [5].

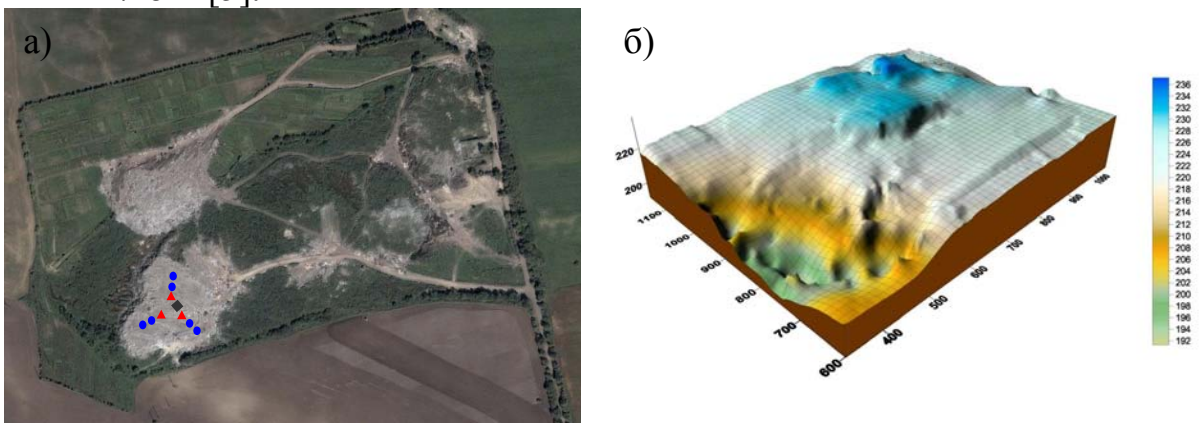


Рисунок 1 – Полигон ТБО г. Ровно: а – фото со спутника; б – трехмерная геометрия

Для проведения исследований газообразования в полевых условиях был сооружен экспериментальный мобильный стенд (рисунок 2). В состав стенда входят: оголовки скважин, которые через регулирующий вентиль соединены с коллектором (гребенкой), узел очистки от капельной влаги и пыли, узел откачивания биогаза с регулировочным байпасом, узел измерения и фиксации параметров общего трубопровода, открытый факел для сжигания биогаза. Все узлы и элементы стенда смонтированы на раме и защищены от возможных актов вандализма металлическим корпусом. Электропитание стенда может осуществляться как от генератора, так и от сети.

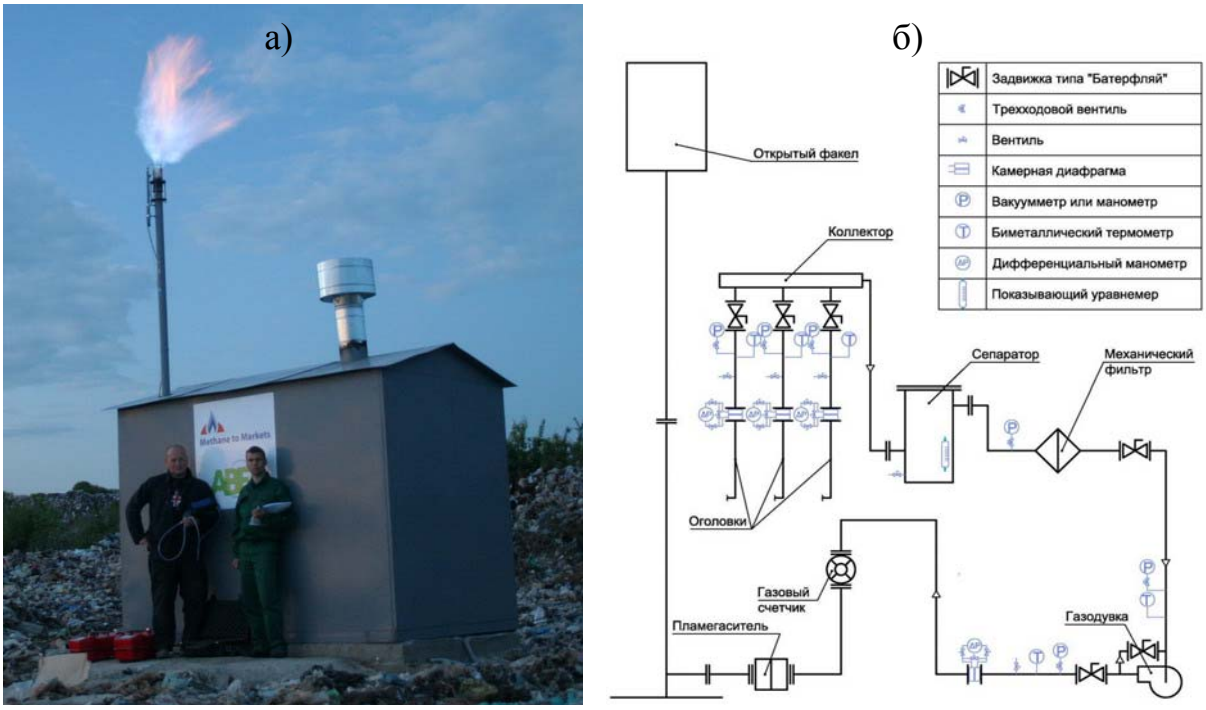


Рисунок 2 – Экспериментальный стенд: а – общий вид; б – технологическая схема

Измерительное оборудование для проведения пробной откачки включает стационарные и переносные приборы. Стационарные приборы установлены на стенде, переносные используются для измерения параметров на экспериментальных скважинах, оголовках газосборных скважин и общем трубопроводе. Состав биогаза, относительное и дифференциальное давление измерялись переносным газоанализатором LandTec GEM500, атмосферное давление барометром (БАММ–1), температура биогаза на оголовках скважин и общем трубопроводе стационарными биметаллическими термометрами (ТБУ), расход определялся на основе перепада давлений, создаваемого камерными диафрагмами (ДКС 0,6-50) согласно методике [6]. Общий объем откаченного и сожженного биогаза фиксировался газовым счетчиком (РГК-Ех) и использовался для проверки расчетный значений по диафрагмам. Все данные измерений фиксировались в протоколах.

Результаты исследований. Измерения параметров газосборных и экспериментальных скважин проводились в два этапа, обработка данных велась с использованием таблиц и функций Microsoft Excel. Результаты измерений приведенного расхода и состава биогаза на отдельной газосборной скважине при динамических условиях первого этапа показаны на рисунок 3.

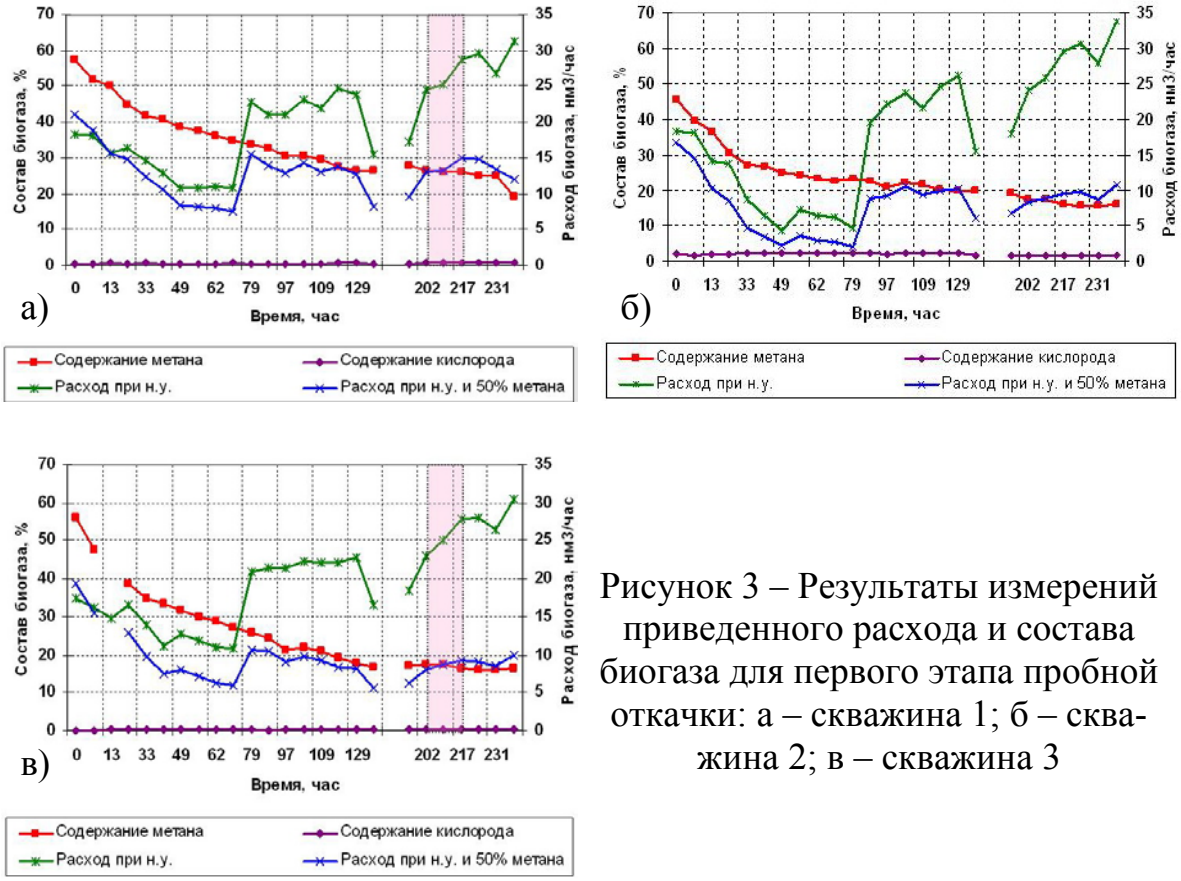


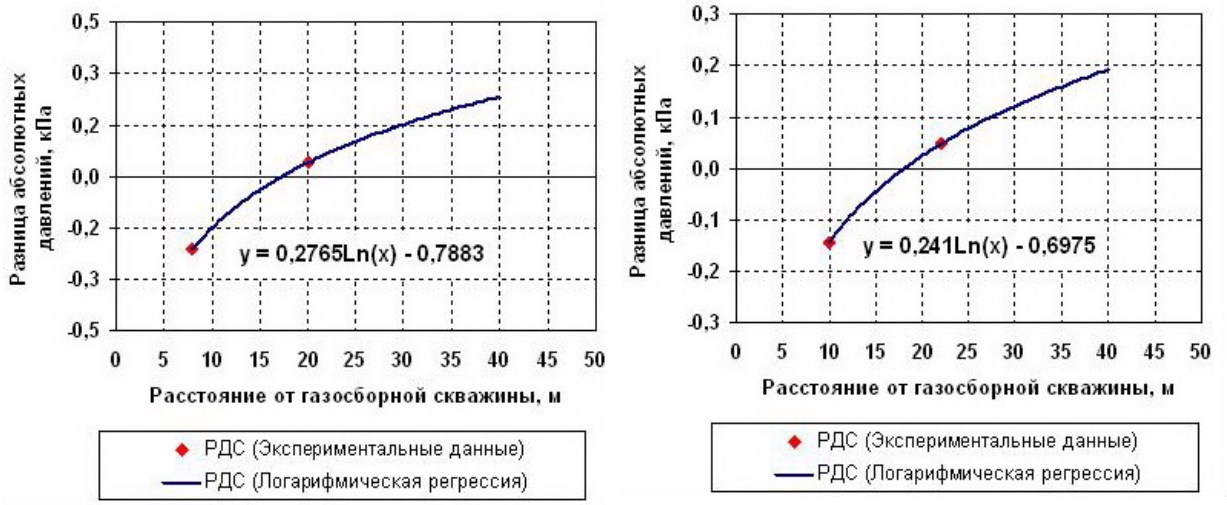
Рисунок 3 – Результаты измерений приведенного расхода и состава биогаза для первого этапа пробной откачки: а – скважина 1; б – скважина 2; в – скважина 3

На первом этапе измерений через примерно двое суток после начала откачивания биогаза расход на газосборных скважинах упал, на неглубоких (4 м) экспериментальных скважинах был зафиксирован подсос возду-

ха. При этом для второй газосборной скважины подсос воздуха был зафиксирован с первых часов измерений.

Попытки уменьшить подсос воздуха путем снижения или повышения вакуума в системе, а также снижения и повышения расхода не дал результатов. Воздух продолжал поступать в тело полигона, достигая глубоких экспериментальных скважин, а содержание метана в биогазе падало. Пробная откачка была остановлена.

Для режимов с относительно стабилизированным приведенным расходом и составом биогаза и при наличии подсоса воздуха (см. рисунок 3 выделенные участки) были сделаны оценки РДС (рисунок 4). Для первой газосборной скважины РДС составил 17,3 м, для третьей – 18,1 м. Для второй скважины определить РДС не удалось.

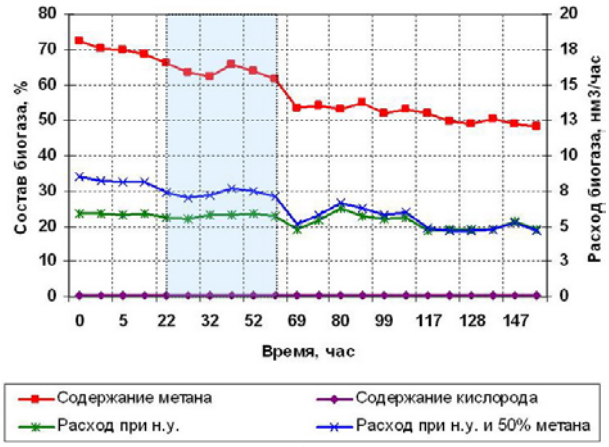


а) б)

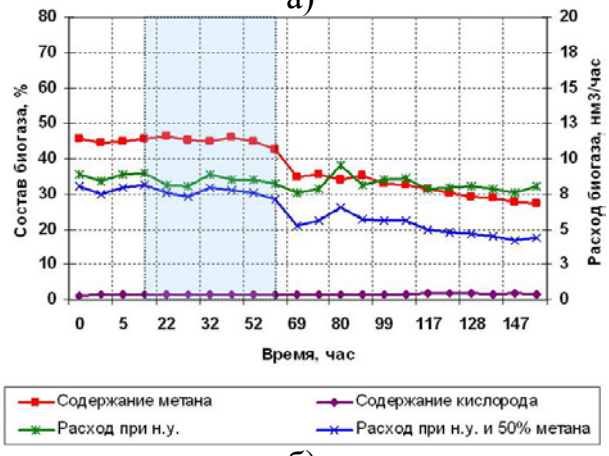
Рисунок 4 – РДС на первом этапе пробной откачки: а – скважина 1; б – скважина 2

Причинами значительного подсоса воздуха в тело полигона и невозможности стабилизировать параметры биогаза, по-видимому, явились низкая величина газообразования из-за значительного возраста ТБО; высокая пористость и, как следствие, газопроницаемость слабо уплотненных отходов, а также отсутствие верхнего изолирующего слоя. Поэтому было принято решение покрыть участок в районе проведения пробной откачки слоем глины толщиной не менее 0,3 м и повторить откачивание биогаза.

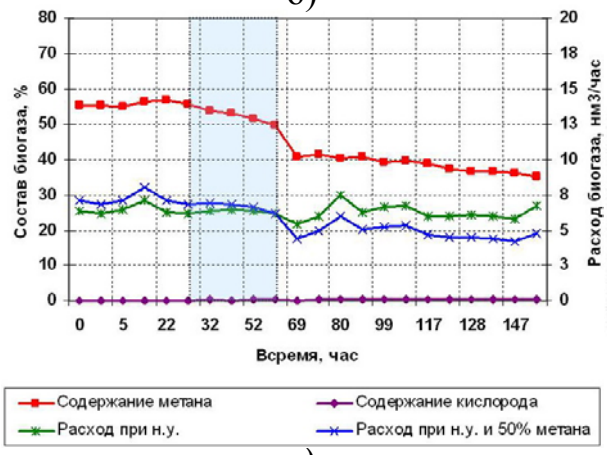
На втором этапе пробной откачки был установлен минимальный вакуум в системе. Это дало возможность через сутки спустя откачивания получить стабильный режим расхода и состава биогаза (рисунок 5). Дальнейшее увеличение вакуума приводило к появлению признаков подсоса воздуха, который фиксировали неглубокие экспериментальные скважины. Поэтому вакуум был возвращен на предыдущий режим (см. рисунок 5 выделенные участки), для которого также был рассчитан максимальный РДС (рисунок 6). Для первой скважины он составил 18,9 м (в 2,2 раза больше ее глубины), для второй – 37,5 м (в 3,7 раза больше глубины), а для третей – 28,7 м (в 3,6 раза больше глубины).



а)

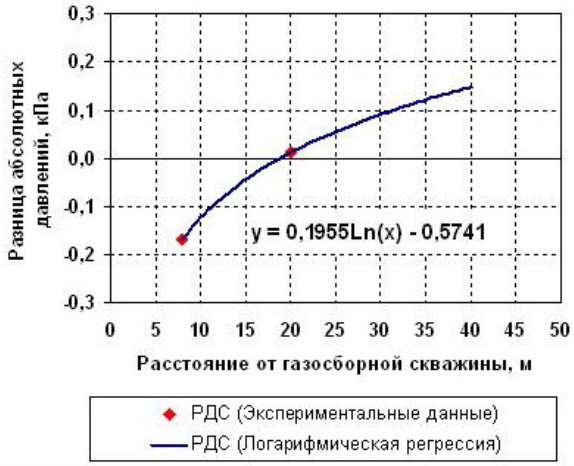


б)

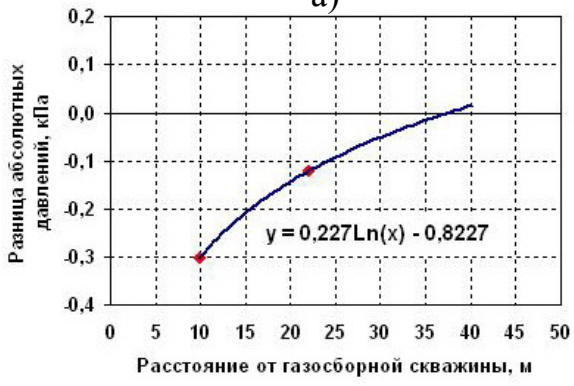


в)

Рисунок 5 – Результаты измерений приведенного расхода и состава биогаза для второго этапа пробной откачки: а –скважина 1; б – скважина 2; в – скважина 3



а)



б)

в)

Рисунок 6 – РДС на первом этапе пробной откачки: а – скважина 1; б – скважина 2; в – скважина 3

Финальная фаза измерений заключалась в регулировании расхода биогаза на газосборных скважинах до момента его стабилизации. Уже на четвертые сутки запланированный режим был достигнут и на протяжении

двух суток параметры этого режима были зафиксированы и усреднены (рисунок 7).

Усреднений расход биогаза составил 19,5 нм^3/час при 50 % метана. Объем ТБО в пределах максимальных РДС, при средней принятой глубине участка 14,0 м, составил 54,1 тыс. тонн при плотности 0,75 т/м^3. Рассчитанная величина сбора биогаза в 2009 году для полигона г. Ровно составила 3,2 м^3/т ТБО/год, а общее газообразование при экстраполяции полученного результата на весь полигон должно составить около 770 м^3/час.

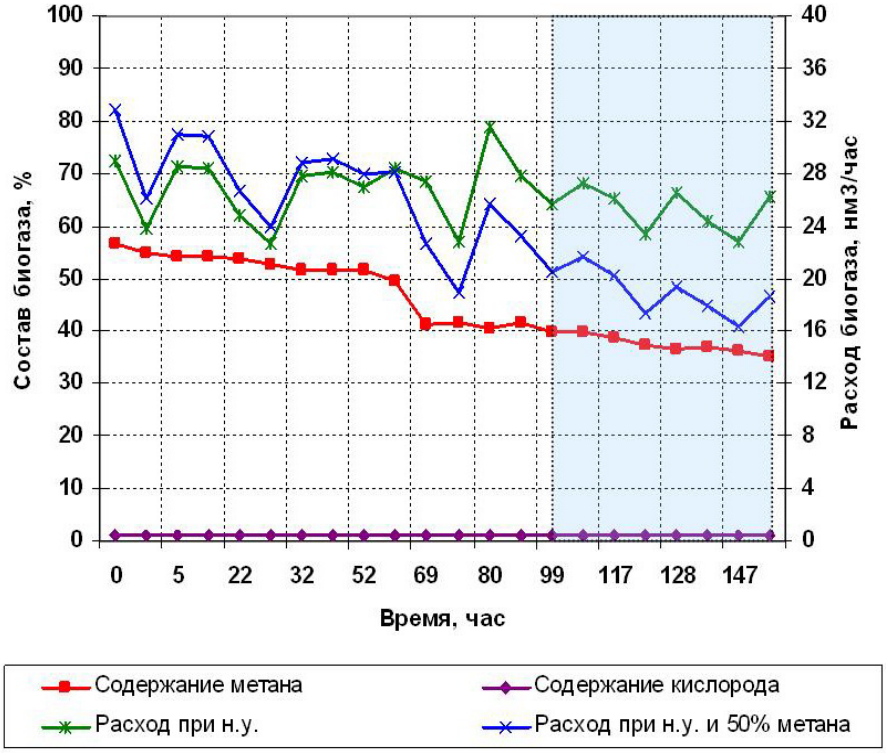


Рисунок 7 – Результаты измерений приведенного расхода и состава биогаза на общем трубопроводе

Выводы. Использование метода пробной откачки позволяет определять инженерные и режимные параметры систем сбора биогаза. Так, для относительно старого полигона ТБО г. Ровно экспериментальным путем установлено, что без верхнего изолирующего слоя на полигоне сбор биогаза практически невозможен. В случае его создания с помощью глиняной засыпки толщиной не менее 0,3 м можно строить систему сбора биогаза, РДС скважин которой будет находиться в пределах от 20 до 30 м (2-4 глубины газосборной скважины).

В процессе эксплуатации системы сбора максимальный вакуум на скважине не должен превышать 200 Па. При этом средний расход биогаза при 50 % содержании метана на отдельной скважине может составить 5 м^3/час.

В процессе проведения пробной откачки установлено, что давление в теле старого полигона может отклоняться от атмосферного (10–20 Па) незначительно. Для уменьшения возможных погрешностей рекомендуется

использовать высокоточное оборудование, способное фиксировать малые значения относительного давления.

Обработка экспериментальных данных с помощью логарифмической регрессии, которая рекомендуется методикой пробной откачки, также нуждается в подтверждении. Для этого необходимо проводить дальнейшие исследования процессов фильтрации биогаза в пористой среде, что и планируется делать на последующих этапах исследования.

Библиографический список

1. Анализ состояния сферы обращения с бытовыми отходами в Украине за 2011 год [Электронный ресурс] // Бытовые отходы: сайт / Министерство регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины. – Режим доступа: http://minregion.gov.ua/index.php?option=com_k2&view=item&id=2603:anal%D1%96z-stanu-sferi-povodzhennya-z-pobutovimi-v%D1%96dxodami-v-ukra%D1%97n%D1%96-za-2011-r%D1%96k&Itemid=170&lang=uk (27.09.12). Заглавие с экрана.
2. Гельфанд Р.А. Использование биогаза из ТБО для обогрева производственных помещений с помощью инфракрасных нагревателей: материалы **7**-й Международной конференция «Сотрудничество для решения проблемы отходов» / Гельфанд Р.А., Куцый Д.В., Матвеев Ю.Б. – Х.: ЭкоИнформ, 2010. – С. 129–130.
3. Determination of Landfill Gas Production Flow Rate [Electronic resource]: Method 2E / U.S. EPA, Emissions Measurement Centre, EPA Research Triangle Park Library. – Research Triangle Park, 2000. – 15 p. Access mode: http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-02e.pdf (21.02.2012). – Title from the Document.
4. Determination of Carbon Dioxide, Methane, Nitrogen, and Oxygen from Stationary Sources [Electronic resource]: Method 3C / U.S. EPA, Emissions Measurement Centre, EPA Research Triangle Park Library. – Research Triangle Park, 2011. – 4 p. Access mode: http://www.epa.gov/ttn/emc/promgate/m-03c.pdf (21.02.2012). – Title from the Document.
5. Куцый Д.В. Опыт проведения тестов газообразования на украинских полигонах ТБО [Электронный ресурс]: труды 7-й Международной конференции "Энергия из биомассы" / Д.В. Куцый. – К.: ТОВ «Биомасса», 2011. – 1 электрон. опт. диск. (CD-ROM). – Систем. требования: Pentium ; 128 Mb RAM ; CD-ROM ; Windows 2003/XP ; Flash Player 8 ; Internet Explorer ; Acrobat Reader 7.0. – Название с презентации семинара «Сбор и утилизация биогаза на полигонах ТБО Украины, первые результаты, проблемы и перспективы».
6. Измерения расходов жидкостей, газов и паров стандартными диафрагмами и соплами: Правила 28–64. – Изд. офиц. – М.: Издательство стандартов, 1978. – 151 с.

УДК 628.473(571.17)

ИССЛЕДОВАНИЕ СВАЛОЧНЫХ ГРУНТОВ ИЗ СКВАЖИН ПИЛОТНОЙ УСТАНОВКИ ПО ИЗВЛЕЧЕНИЮ БИОГАЗА С ТЕРРИТОРИИ СВАЛКИ ТБО Г. НОВОКУЗНЕЦКА

Волынкина Е.П., Аникин А.Е., Домнин К.И.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Основным способом утилизации ТБО в России до настоящего времени остается захоронение на свалках и полигонах, где они подвергаются интенсивному биохимическому разложению с генерацией свалочного биогаза, который содержит в среднем 50 % метана. Согласно выполненной нами предварительной оценке ресурсы свалочного биогаза в России составляют 1,7 млрд. $м^3$/год, в том числе 0,85 млн. $м^3$/год метана.

Начиная с 80-х годов прошлого века, во всех развитых странах эксплуатация полигонов ТБО без извлечения и утилизации свалочного метана запрещена на законодательном уровне. Международный опыт свидетельствует о технической возможности и высокой эффективности организации извлечения и утилизации свалочного газа не только на новых полигонах, где система дегазации создается согласно проекту уже на начальном этапе эксплуатации полигона, но и на закрытых старых полигонах, где система извлечения свалочного газа не была предусмотрена.

В настоящее время в мире реализовано более 1100 проектов по утилизации свалочного газа. Более 150 полигонов ТБО эксплуатируются как газовые месторождения, 80 % из них находится в США, Германии, Великобритании и Дании. Большое количество установок по добыче биогаза из свалок имеется в Китае. Есть установки в Мексике, Израиле, Турции, Польше. Системами дегазации оборудуются в последние годы все крупные свалки ТБО в Украине – в гг. Черновцы, Киев, Мариуполь, Чернигов, Ровно, Кременчуг, Ялта, Алушта, Львов, Хмельницкий, Днепродзержинск и др.

В России в разные годы был реализован ряд пилотных проектов по утилизации биогаза с производством электроэнергии. В период с 1989 по 2000 гг. на трех полигонах в Московской области были реализованы пилотные проекты по добыче и утилизации биогаза: полигон «Кучино» – 1989 г., «Дашковка» – 1994 г., «Каргашино» – 1995 г. Первый проект полностью базировался на использовании российского оборудования, два других – голландского. Кроме этого, на полигоне «Преображенка» в г. Самара в 2000-2001 гг. была создана сеть из 13 скважин глубиной от 11 до 23 м, газ сжигался на факеле, планировалась установка мотор-генераторов мощ-

ностью около 500 кВт. В 2010 г. несколько опытных скважин было пробурено на полигоне в г. Калуга. Однако, до сих пор ни на одной российской свалке сбор биогаза не осуществляется и не планируется в существующих проектах полигонов.

В рамках программы международного сотрудничества «Глобальная метановая инициатива» (GMI) при поддержке Администрации г. Новокузнецка и Агентства по защите окружающей среды США (EPA) в г. Новокузнецке реализуется первый в СФО проект по созданию пилотной установки и проведению полевых исследований ресурсов свалочного метана на закрытой в 2009 г. городской свалке ТБО. Целью полевых исследований является оценка ресурсов и состава свалочного метана на долгосрочный период для последующего выполнения технико-экономического обоснования возможности коммерческого использования свалочного биогаза для выработки тепловой и электрической энергии.

Свалка ТБО г. Новокузнецка – одна из самых крупных свалок в СФО. Свалка эксплуатировалась в период 1955-2009 гг. Общая занимаемая площадь – 25,5 га, в том числе площадь, занятая отходами – 20 га. Общий объем накопления отходов – 1843 тыс. $м^3$. Высота слоя отходов – от 6 до 15 м.

В настоящее время на свалке выполняется технический этап рекультивации, включающий выравнивание поверхности свалки инертными материалами (металлургический шлак, бой строительных материалов, иловый осадок с городских очистных сооружений), устройство изолирующего поверхностного слоя из глины и плотных суглинков, отсыпку плодородными землями, сбор и отвод биогаза.

Главным критерием успеха реализации проекта по созданию системы сбора и утилизации биогаза, является предварительная оценка потенциала газообразования на полигоне. От качества проведенной оценки напрямую зависят техническая реализация проекта и его экономические показатели. Для более точной оценки потенциала сбора биогаза, калибровки стандартных моделей газообразования и получения дополнительной информации, необходимой для проектирования системы сбора газа, необходимо провести полевые исследования непосредственно на полигоне. Известно, что основными факторами, влияющими на количество образующегося биогаза на полигонах ТБО, являются:

- количество, тип и возраст отходов;
- влажность отходов;
- температура отходов;
- pH (кислотность);
- условия на полигоне (состояние поверхности, крутизна склонов, наличие промежуточных слоев). Скорость процесса и газопродуктивность определяется условиями среды, сложившимися внутри полигона (влажность, температура, pH, процентное соотношение органических фракций).

Одной из целей проведенных полевых исследований являлась оценка указанных параметров.

Для проведения полевых исследований на экспериментальном участке свалки в ноябре-декабре 2011 г. методом вращательно-шнекового бурения (рисунок 1) пробурены 3 вертикальные скважины с шагом между ними 40 м. Схема расположения скважин представлена на рисунке 2.

Рисунок 1 – Процесс бурения скважин

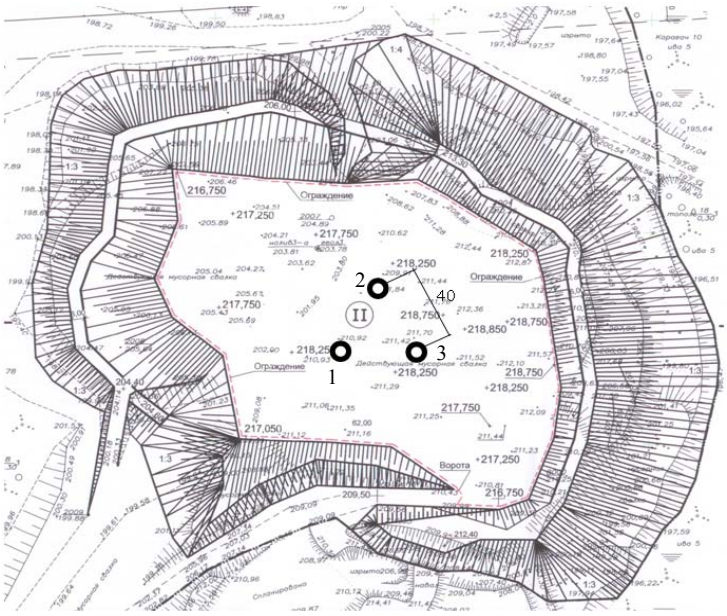
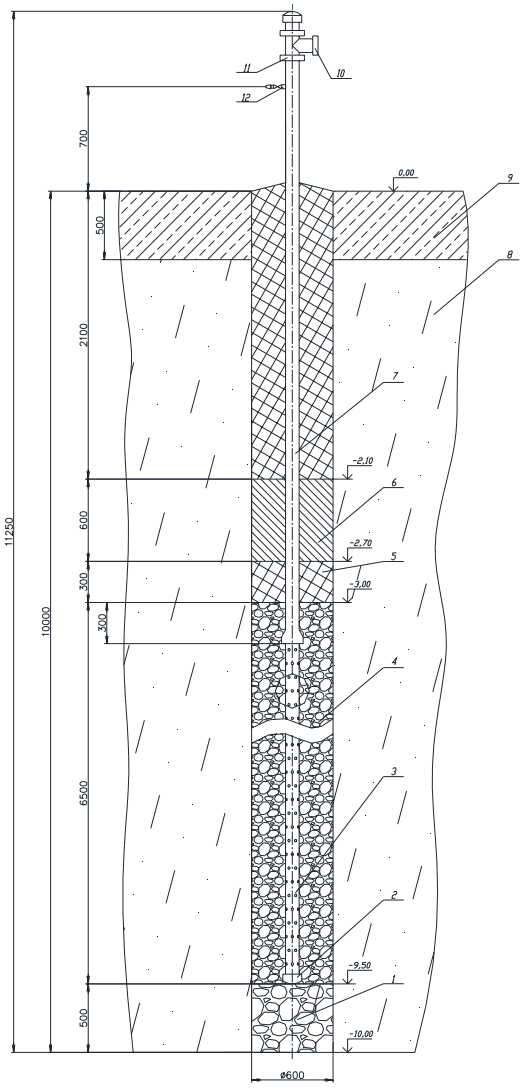


Рисунок 2 – Схема расположения скважин

На рисунке 3 представлена конструкция скважины. Диаметр скважины составляет 300 мм. Нижняя часть скважины засыпана щебнем фракции 40-70 мм на глубину 0,5 м. Затем в скважину помещалась перфорированная полимерная труба диаметром 100 мм, заглушенная снизу и снабженная фланцевым соединением в приустьевой части. Перфорация выполнена сверлом 18 мм по окружности через каждые 600, отверстия расположены в шахматном порядке на расстоянии 50-100 мм друг от друга. В межтрубное пространство засыпался щебень фракции 20-40 мм с послойным уплотнением до отметки минус 3 м от устья скважины, затем – грунт до отметки минус 2,7 м, затем – уплотнение из бентонита до отметки минус 2,1 м, затем – грунт до отметки 0 м. На последнем этапе сооружался глиняный замок мощностью 0,5 м для предотвращения попадания в скважину атмосферного воздуха. На поверхность выведена неперфорированная часть трубы, высотой 1,25 м. Площадь вокруг скважины на расстоянии 1,5-2 м изолирована глиной толщиной 0,3-0,4 м для обеспечения крепления скважины, исключения подсоса воздуха и проникновения внутрь скважины поверхностных вод.



1 – щебень фракции 40-70 мм; 2 – заглушка; 3 – перфорированная труба; 4 – щебень фракции 20-40 мм; 5 – уплотнение из глины; 6 – уплотнение из бентонита; 7 – труба без перфорации; 8 – твердые бытовые отходы; 9 – инертный материал; 10 – заглушка; 11 – тройник; 12 – пробоотборник

Рисунок 3 – Конструкция скважины

Глубина скважин составляет примерно ¾ глубины свалки – 9-10 м при глубине отходов 13-14 м. Каждая скважина осуществляет дренаж биогаза в радиусе до 20 м (2-2,5 глубины).

В процессе бурения скважин проводились измерения температуры внутри скважин и отбирались пробы отходов послойно с шагом 1 м по всей глубине. В результате проведенных исследований установлено, что температура по глубине скважин составляла от 28 до 38 °С при температуре окружающего воздуха от -5 до -22 °С. Это свидетельствует о протекании внутри тела свалки активной работы мезофильной группы метанообразующих бактерий, создавших оптимальный температурный режим для своего существования. Влажность свалочного грунта возрастала по глубине скважины от 20-22 % на глубине 0,5-1 м до 28-29 % на глубине 2-3 м.

Пробы отходов были предварительно просушены в сушильном шкафу при температуре 110 °С на противне в течение нескольких часов в связи с высокой влажностью. Далее пробы просеивались на сите крупностью 2 мм, фракция менее 2 мм принималась за свалочный грунт,

фракция более 2 мм разбиралась вручную на компоненты для определения морфологического состава отходов.

Исследования морфологического состава и свойств отходов по глубине свалки позволяют выявить степень биоразложения органических компонентов отходов и фазу, в которой находится метаногенерирующая экосистема внутри свалочного тела, а также определить потенциал метанообразования.

Упрощенная схема процессов разложения отходов на свалке с генерацией биогаза, основными компонентами которого являются метан и углекислый газ, представлена на рисунке 4.

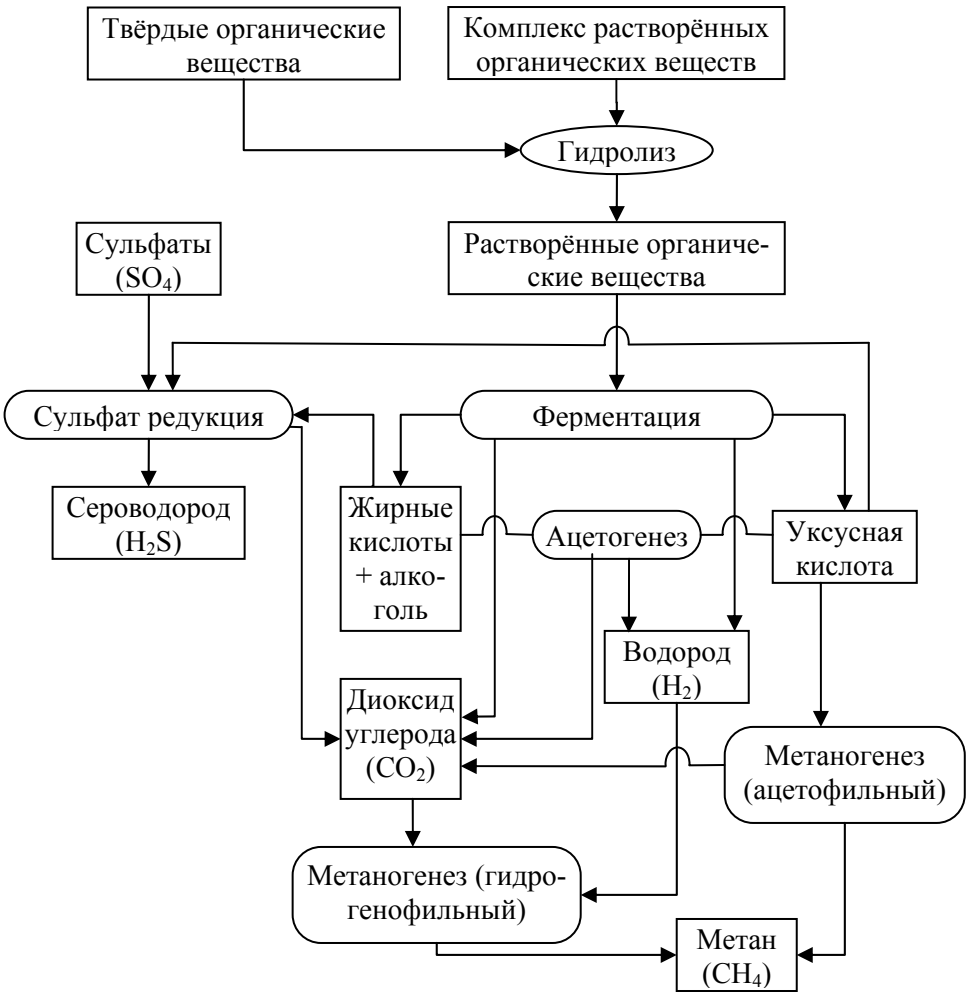


Рисунок 4 – Субстраты и главные микробиальные группы метаногенерирующей экосистемы [1]

В общем виде процесс разложения органических компонентов ТБО может быть разбит на три стадии. На первой – твердые и растворенные вещества гидролизуются и под воздействием ферментов микробов расщепляются до промежуточных продуктов – жирных кислот, спиртов, водорода и диоксида углерода. На второй – ацетогеничные группы микробов превращают промежуточные продукты, полученные на первой стадии, в уксусную кислоту, водород и диоксид углерода. На третьей (заключитель-

ной) – образуется метан за счет воздействия метаногеничных групп микробов. При этом ацетофильные бактерии превращают уксусную кислоту в CO_2 и метан, а гидрогенофильные бактерии получают метан из H_2 и CO_2.

Состав биогаза меняется в зависимости от возраста полигона. Изменение концентраций основных компонентов биогаза на различных этапах жизненного цикла полигона показано на рисунке 5.

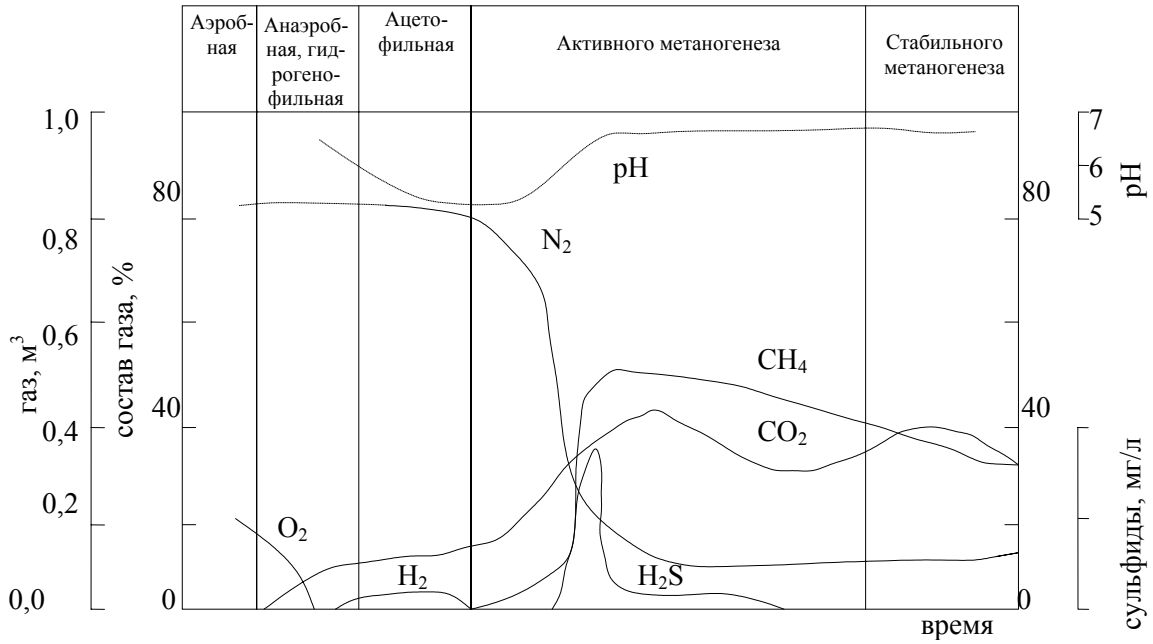


Рисунок 5 – Состав биогаза на различных стадиях разложения [2]

В таблице 1 представлены результаты исследования морфологического состава отобранных проб и для сравнения исходных отходов.

Таблица 1 – Морфологический состав отходов

Глубина скважины, м	Содержание компонентов, %								
	Стекло	Металл	Резина	Пластмасса	Камни	Дерево	Бумага	Текстиль и шерсть	Свалочный грунт
Исходные отходы	6,5	2,75	3,0	4,0	2,0	2,0	28,0	5,0	Пищевые – 35,0 Отсев (менее 15 мм) – 8,0 Прочее – 2,5
Скважина № 1									
1,3	1,83	5,50	0,00	11,01	33,03	3,67	0,92	0,00	44,04
2	0,14	0,53	0,00	2,02	5,01	1,16	0,00	0,00	91,04
2,8	0,00	0,00	0,00	0,00	8,89	4,44	0,00	0,00	86,67
2,9	0,00	0,00	0,00	3,50	15,05	36,71	0,00	13,67	31,07
3,8	0,00	0,00	0,00	0,57	0,00	2,21	0,00	0,00	97,21
4,3	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	6,11	0,00	0,00	93,81
5,3	0,02	0,00	0,00	0,06	1,45	0,55	0,00	0,00	97,92
6,3	0,11	0,00	0,00	0,07	0,30	0,55	0,00	0,02	99,35
6,8	2,00	0,23	0,00	0,46	2,96	0,00	0,00	0,00	94,36
8,4	1,26	1,41	0,00	0,53	2,65	0,75	0,00	0,00	93,40
9,2	3,80	0,00	0,00	0,78	1,56	0,41	0,00	0,00	93,46

Глубина скважины, м	Содержание компонентов, %								
	Стекло	Металл	Резина	Пластмасса	Камни	Дерево	Бумага	Текстиль и шерсть	Свалочный грунт
Среднее значение	**0,83**	**0,70**	**0,00**	**1,73**	**6,45**	**5,14**	**0,08**	**1,24**	**83,85**
Скважина № 2									
2,1	12,64	1,53	0,00	3,33	23,68	3,77	0,54	0,00	54,50
3,1	32,28	0,00	0,00	9,57	2,82	0,62	0,00	0,00	82,81
4,1	0,55	0,00	0,00	1,59	0,58	3,79	0,00	0,00	93,49
5,1	0,88	0,14	0,57	1,43	2,72	0,81	0,00	0,54	92,97
6,1	1,36	0,00	0,31	0,53	3,48	0,41	0,00	0,00	93,91
7,7	2,19	0,22	0,00	1,03	4,11	1,43	0,00	0,00	91,01
8,7	3,74	2,13	1,95	1,15	1,29	1,38	0,00	0,80	87,56
9,6	1,97	0,00	2,16	2,92	4,20	2,67	0,00	2,54	83,53
Среднее значение	**6,95**	**0,50**	**0,62**	**2,69**	**5,36**	**1,86**	**0,07**	**0,49**	**84,97**
Скважина № 3									
3,7	0,67	0,13	0,27	1,26	2,22	1,37	0,00	0,01	94,07
4,7	0,91	0,08	0,62	0,76	9,08	0,44	0,00	0,02	88,09
5,2	0,37	0,00	0,02	0,30	0,73	0,73	0,00	0,00	97,85
6,2	1,26	1,50	0,35	0,80	4,77	1,39	0,00	0,02	89,92
6,7	0,76	0,82	0,55	0,60	10,24	1,52	0,00	0,00	84,74
7,7	0,69	1,30	1,11	0,56	4,58	2,33	0,03	0,32	89,09
8,6	0,65	1,80	1,99	0,22	5,27	1,01	0,00	0,05	89,01
9,1	1,52	1,76	0,74	0,89	4,43	0,54	0,00	0,07	90,06
Среднее значение	**0,85**	**0,92**	**0,71**	**0,67**	**5,17**	**1,17**	**0,00**	**0,06**	**90,35**

Как видно из представленных данных, содержание в отходах таких биологически неразлагаемых компонентов как стекло, металл, камни и пластмассы не зависело от глубины их залегания и определялось содержанием их в захораниваемых в каждом конкретном слое исходных отходов. Содержание стекла колебалось от 0 на глубине 2,1-3,1 м в скважине № 1 до 32,28 % на глубине 2 м в скважине № 2. Среднее содержание стекла составило: скв. № 1 – 0,83 %, скважина № 2 – 6,95 %, скв. № 3 – 0,85 %. Металлы, главным образом железо, в 11 из 27 исследованных пробах отсутствовали, максимальное содержание металлов составило 5,5 % на глубине 0,2 м в скв. № 1. Среднее содержание металлов составляло 0,5-0,9 %. Максимальное содержание камней найдено в верхних слоях отходов в скважинах № 1 (33,03 %) и 2 (23,68 %), что обусловлено размещением в местах отбора проб строительных отходов. В среднем содержание камней составило 5,17-6,45 %. Содержание пластмасс колебалось от 0 до 11 % и составило в среднем 0,67-2,69 %. Резина отсутствовала в скв. № 1 и в незначительном количестве – в среднем 0,62-0,71 % содержалась в отходах скважин № 2 и 3.

Основными биоразлагаемыми компонентами ТБО, являющимися причиной образования биогаза, являются пищевые отходы с периодом биологического разложения 1 год, отходы бумаги, текстиль – 2-3 года, дерево – до 10 лет. В результате проведенных исследований установлено, что отходы в скважинах не содержат пищевых компонентов, которые полно-

стью разложились и стали компонентом свалочного грунта. В отходах практически не содержались компоненты бумаги (небольшое содержание зафиксировано лишь в верхних слоях отходов в скв. № 1 и 2), которые также перешли в свалочный грунт в результате разложения. Содержание древесины имело тенденцию к снижению по глубине скважины, что свидетельствует о закономерном увеличении степени их разложения. Содержание текстиля было очень незначительным (от 0 до 0,50 % за исключением 1 пробы в скв. № 1 на глубине 2,1 м (13,67 %). Содержание свалочного грунта, представляющего собой продукты разложения органических компонентов отходов, в основном колебалось от 83 до 99 % за исключением 3 проб со значительно меньшим содержанием, что было обусловлено, главным образом, высоким содержанием камней. При исключении проб с непредставительно низким содержанием свалочного грунта и высоким содержанием камней среднее содержание свалочного грунта составило 89-94 % при незначительных колебаниях вокруг средних значений (рисунок 6).

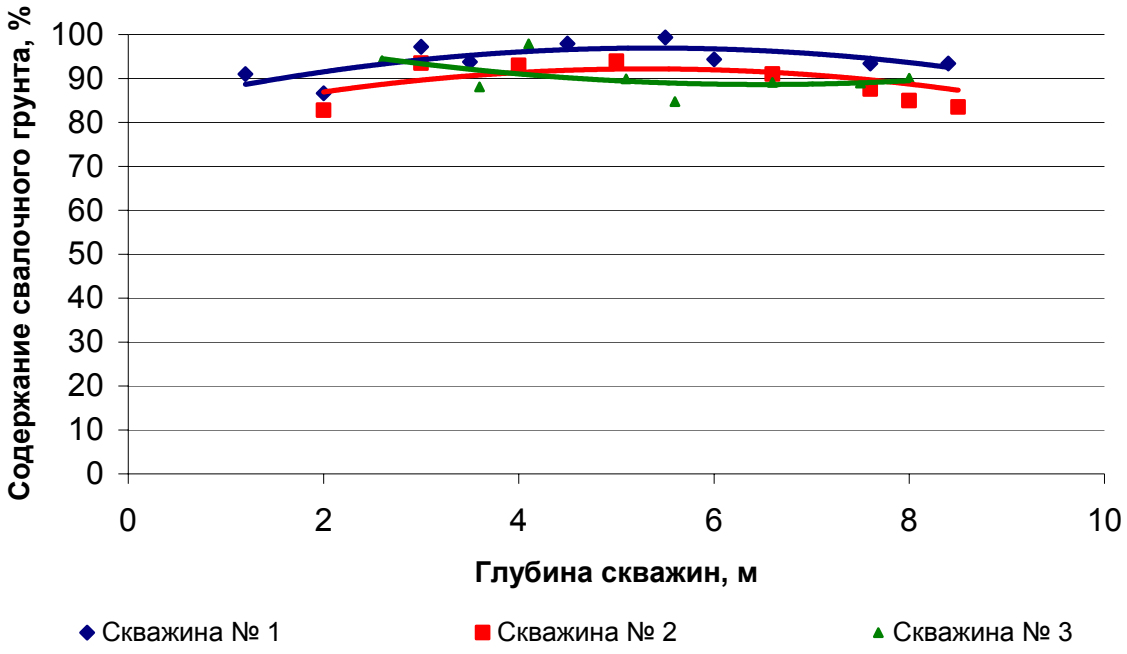


Рисунок 6 – Зависимость содержания свалочного грунта от глубины скважины

Таким образом, отсутствие по глубине скважины пищевых отходов и бумаги свидетельствует о полном завершении процессов гидролиза и минерализации этих органических компонентов ТБО, низкое содержание текстиля также показывает достаточную высокую степень его минерализации, отходы древесины еще находятся в стадии гидролиза.

Свалочный грунт из трех скважин исследовали путем определения плотности, зольности, выхода летучих веществ, pH, содержания минеральных солей в водной вытяжке.

Плотность свалочных грунтов определяли по ГОСТ 9758-86 «Заполнители пористые неорганические для строительных работ. Методы испытаний». Зольность и выход летучих веществ определялись по ГОСТ 11022-95 «Топливо твердое минеральное. Методы определения зольности». Определение pH и содержания минеральных солей осуществлялось по ГОСТ 17.5.4.02-84 «Охрана природы. Рекультивация земель. Метод определения pH водной вытяжки вскрышных и вмещающих пород».

Данные о плотности свалочных грунтов и ее изменении по глубине скважин представлены в таблице 2 и на рисунке 7. Установлено, что плотность свалочных грунтов по глубине скважин колеблется от 616 до 898 кг/м^3. Как видно из рисунка 7, плотность свалочных грунтов незначительно изменяется по глубине залегания отходов.

Таблица 2 – Плотность свалочных грунтов в скважинах

Номер скважины	1				2				3			
Глубина, м	2	6,3	9,2	**Среднее значение**	2,1	6,1	9,6	**Среднее значение**	3,7	6,2	9,1	**Среднее значение**
Плотность, кг/м^3	701	898	616	**738**	776	800	730	**769**	785	754	782	**774**

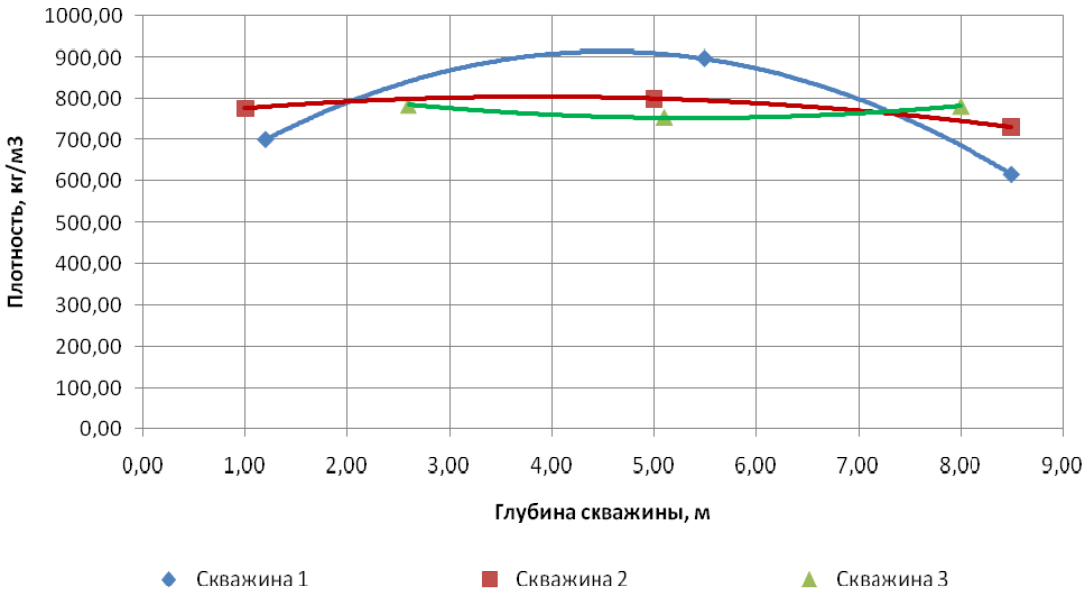


Рисунок 7 – Зависимость плотности свалочного грунта от глубины скважины

Средние значения плотности в скважинах составляют 738-774 кг/м^3, в целом среднее значение плотности свалочного грунта составляет 760 кг/м^3.

Значения pH и содержания минеральных солей в водной вытяжке из свалочных грунтов представлены в и на рисунке 8.

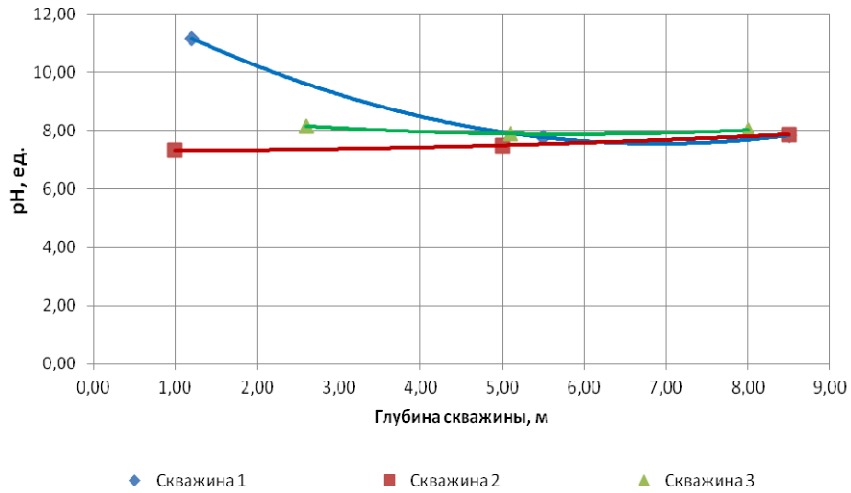


Рисунок 8 – Зависимость pH водной вытяжки из свалочного грунта от глубины скважины

Показатель pH является одним из главных абиотических факторов, влияющих на метаногенез и определяющих фазу распада органической части отходов. Известно, что на стадии ферментации органических компонентов отходов с образованием жирных и уксусной кислот, называемой «кислым брожением», pH имеет значения 5,6-6,7. На стадии метаногенеза, когда органические вещества разлагаются с образованием метана и углекислого газа, pH имеет нейтральные значения 7,0-8,2. Фильтрат, образующийся на кислотной фазе, часто называют "молодым", а на метаногенной фазе – "старым". При кислых значениях pH процесс метанообразования может быть подавлен.

Полученные данные свидетельствуют о том, что значения pH водной вытяжки из отходов имеют значения от 7,32 (нейтральная среда) до 11,17 (щелочная среда). При этом максимальное значение pH 11,17 получено для приповерхностной пробы свалочного грунта из скважины № 1, отобранной с глубины 1,2 м, что может быть обусловлено высоким содержанием строительных отходов в этой скважине. Если данную пробу считать непредставительной для свалочных грунтов, то среднее значение pH в скважине № 1 составит 7,81. Тогда средние значения pH в скважинах составят 7,56-8,02, что находится в пределах нейтральных значений, характерных для метаногенной фазы. При этом, наиболее молодыми являются отходы в скважине № 2, а наиболее старыми – в скважине № 3.

Таким образом, результаты исследования pH водной вытяжки из свалочных грунтов свидетельствуют о том, что отходы в теле свалки экспериментального участка находятся в стадии метаногенной фазы анаэробного биологического разложения, при этом наиболее молодыми являются отходы в скважине № 2, а наиболее старыми – в скважине № 3. В целом нейтральные значения pH свидетельствуют о благоприятных условиях в теле свалки для протекания процессов активного метанообразования. Приближение значений pH к границе от нейтральной к щелочной среде (слабощелочная среда) свидетельствует о высокой концентрации основных соединений (кальция, магния) в минеральной части свалочного грунта.

Полученные результаты свидетельствуют о достаточно высоком содержании в водной вытяжке из свалочных грунтов минеральных солей, возможно, карбонатов, сульфатов, сульфидов, хлоридов – от 360 до 1190 мг/л. При этом, наименьшим содержанием минеральных солей характеризовались свалочные грунты из скв. № 3, наибольшим – из скв. № 2.

Результаты исследований зольности, содержания органической массы и выхода летучих веществ из органической массы свалочных грунтов представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Зольность, содержание органической массы и выход летучих веществ из органической массы свалочных грунтов

Глубина, м	Зольность, A^d, % сух. массы	Содержание органической массы, % сух. массы	Выход летучих веществ V^{daf}, % орг. массы
Скважина № 1			
1	78,23	21,77	81,67
1,3	78,53	21,47	56,54
2	76,81	23,19	85,23
2,8	74,16	21,53	83,32
2,9	77,90	22,10	88,88
3,8	78,16	21,84	84,70
4,3	82,04	17,96	93,85
5,3	80,95	19,05	86,38
6,3	80,83	19,17	84,12
6,8	82,60	17,40	85,18
8,4	79,01	20,99	77,90
9,2	77,33	22,67	81,36
Среднее значение	**78,88**	**21,12**	**82,43**
Скважина № 2			
2,1	73,74	26,26	64,68
3,1	72,53	27,47	83,18
4,1	80,28	19,72	86,21
5,1	81,66	18,34	91,47
6,1	76,71	23,29	75,46
7,7	76,10	23,90	69,62
8,7	72,01	27,99	63,39
9,6	72,33	27,67	72,15
Среднее значение	**75,67**	**24,33**	**75,77**
Скважина № 3			
3,7	84,53	15,47	65,68
4,7	84,50	15,50	80,24
5,2	82,76	17,24	79,73
6,2	81,79	18,21	76,57
6,7	76,63	23,37	60,55
7,7	77,42	22,58	65,94
8,6	78,50	21,50	76,35
9,1	78,73	21,27	73,88
Среднее значение	**80,61**	**19,39**	**72,37**

Полученные данные показывают, что зольность грунтов по глубине свалочного тела на территории экспериментального участка колеблется от 72 до 84,5 %, соответственно содержание в грунтах органической массы колеблется от 15,5 до 28 %. Каких-либо закономерностей в зависимости зольности от глубины залегания свалочных грунтов не выявлено, что говорит о том, что процессы разложения отходов равномерно по всей глубине свалочного тела на территории экспериментального участка находятся в активной фазе биологического разложения. Средние значения зольности по скважинам составили: скв. № 1 – 78,88 %, скв. № 2 – 75,67 %, скв. № 3 – 80,61 %. Соответственно содержание органической массы по скважинам составило: скв. № 1 – 21,12 %, скв. № 2 – 24,33 %, скв. № 3 – 19,39 %. Полученные данные подтверждают сделанные выше выводы о том, что наиболее молодыми свалочными грунтами являются грунты в скважине № 2, а наиболее старыми – в скважине № 3. При этом органическая масса свалочных грунтов характеризуется высоким выходом летучих веществ – от 56,5 до 93,8 %. Средние значения выхода летучих веществ по скважинам составили: скв. № 1 – 82,43 %, скв. № 2 – 75,77 %, скв. № 3 – 72,37 %. Высокий уровень выхода летучих веществ характеризует органическую массу свалочных грунтов, как слабо разложившуюся с высоким содержанием легкоразлагающихся летучих органических компонентов. При этом, наблюдается экстремальная зависимость выхода летучих веществ от глубины свалочного тела (рисунок 9) с максимумом на глубине 3-5 м. Вероятными причинами такой зависимости могут быть окисление легколетучих компонентов органической массы в верхних слоях свалки атмосферным воздухом в процессе длительного тления или даже горения в поверхностных слоях и закономерное увеличение степени разложения в нижних слоях.

Таким образом, свалочные грунты экспериментального участка имеют достаточно высокое содержание органической массы – примерно 20-25 %, характеризующейся высоким потенциалом легкоразлагающихся летучих органических компонентов, являющихся источником образования биогаза. При этом наибольший потенциал метанообразования имеют свалочные грунты на глубине 3-6 м.

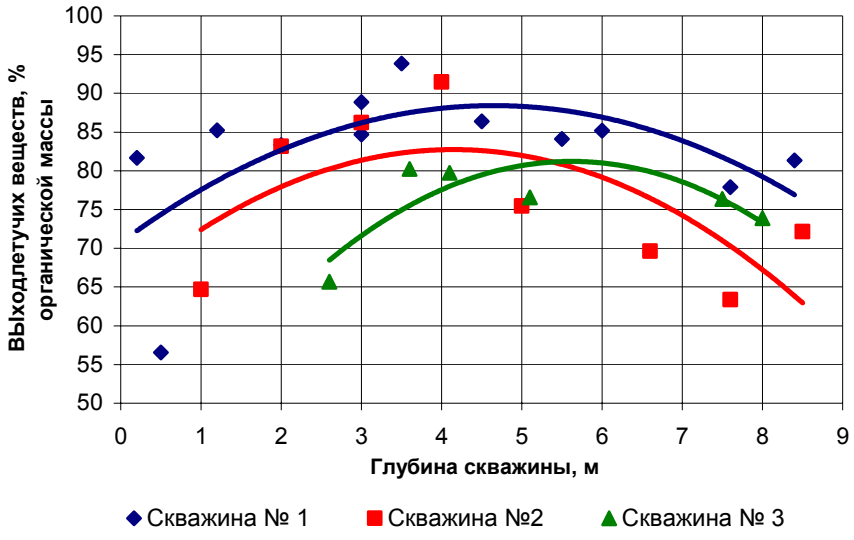


Рисунок 9 – Зависимость выхода летучих веществ свалочного грунта от глубины скважины

Выполнены исследования химического состава золы проб свалочных грунтов, полученной методом озоления в муфельной печи при температуре 815 °С. Исследования проведены рентгеноспектральным методом на приборе Labsys Evo Setaram Instrumentation. Результаты приведены в таблицах 4 и 5. В таблицах приведены также данные о составе золы осадка сточных вод (ОСВ), размещаемого на поверхности свалки в рамках ее рекультивации, и типичной золы углей Кузбасса для сравнения. Представленные данные показывают, что основным компонентом золы свалочных грунтов является диоксид кремния – от 30 до 50 %, что несколько ниже, чем в углях. Содержание диоксида алюминия колеблется от 9 до 11 %, что также ниже зол углей. Выявлено, что зола свалочных грунтов содержит значительно больше CaO по сравнению с золой углей Кузбасса – 17-33 %, превышая его содержание в золах углей в 5-6 раз. Вероятно, это является причиной установленного выше близкого к щелочной среде значения pH водной вытяжки. Кроме этого, золы свалочных грунтов характеризуются значительно более высоким, чем золы углей, содержанием оксида железа – от 7 до 14 % (в углях – 4-10 %). Установлено несколько более высокое, чем в золах углей, содержание MgO и MnO. Содержание других породообразующих соединений (S, P_2O_5, K_2O, Na_2O, TiO_2) сопоставимо с золами углей Кузбасса. Выявлено наличие во всех пробах оксидов цинка, стронция, меди, хрома, никеля, а также в некоторых пробах – индия, циркония, бария, свинца и рубидия (таблица 5). Согласно ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве» в почве ограничено валовое содержание таких токсичных элементов, как марганец (1500 мг/кг), сера (160 мг/кг), свинец (32 мг/кг). Валовое содержание этих элементов в золах свалочных грунтов составило: марганец – 2772-5320 мг/кг (1,8-3,5 ПДК), в золе ОСВ – 6160 мг/кг (4,1 ПДК); сера – 6000-42600 мг/кг (37,5-266 ПДК), свинец – 570-1860 мг/кг (17,8-58 ПДК).

Выводы: В результате исследования проб отходов, отобранных в процессе бурения скважин на экспериментальном участке свалки ТБО, установлено, что в свалочном теле по всей его глубине полностью завершены процессы гидролиза и минерализации пищевых компонентов и отходов бумаги, в значительной степени – отходов текстиля и не завершены – отходов древесины. По величине pH водной вытяжки из свалочных грунтов установлено, что отходы в теле свалки экспериментального участка находятся в стадии метаногенной фазы анаэробного биологического разложения, при этом нейтральные значения pH свидетельствуют о благоприятных условиях для протекания процессов активного метанообразования. Свалочные грунты характеризуются высоким потенциалом легкоразлагающихся летучих органических компонентов, являющихся источником образования биогаза. При этом наибольший потенциал метанообразования имеют свалочные грунты на глубине 3-5 м.

Таблица 4 – Содержание породообразующих соединений в золе свалочных грунтов, ОСВ и углей Кузбасса

Глубина, м	Массовая доля элементов, %											
	SiO_2	Fe_2O_3	CaO	Al_2O_3	MgO	MnO	S	P_2O_5	K_2O	Na_2O	C	TiO_2
Скважина № 1												
2	42,52	6,95	18,26	10,80	2,55	0,46	4,26	2,51	1,91	1,00	0,68	0,99
6,3	43,94	12,96	19,42	9,22	2,98	0,58	1,12	0,49	1,63	1,52	0,70	1,10
9,2	40,08	13,90	19,95	9,09	3,07	0,47	1,24	1,39	1,41	2,59	0,72	1,03
Скважина № 2												
2,1	43,25	9,72	19,24	10,88	2,51	0,36	1,42	2,40	1,82	1,09	0,95	1,52
6,1	43,14	11,50	19,30	10,22	3,25	0,45	1,63	0,57	1,82	1,46	0,55	1,02
9,1	34,75	9,14	33,01	8,69	3,24	0,40	1,51	0,61	1,11	1,24	0,49	0,81
Скважина № 3												
3,7	48,25	8,68	20,37	9,63	3,41	0,76	0,62	0,34	1,81	1,34	1,22	1,06
6,2	50,53	10,26	16,83	10,53	3,07	0,58	0,60	0,46	1,88	1,57	0,81	0,94
9,1	46,89	12,75	18,19	9,33	3,09	0,48	0,74	0,57	1,45	1,45	0,54	0,80
ОСВ												
-	43,09	13,93	12,10	11,56	2,21	0,88	0,88	9,61	1,94	0,89	0,50	0,99
Зола углей Кузбасса												
-	55-63	4-10	3-7	19-25	1,5-3	0,2-0,4	1,5-3	0,2-1,6	1,5-3	1-2		0,8-1,1

Таблица 5 – Содержание токсичных и редких соединений в золе свалочных грунтов и ОСВ

Глубина, м	Массовая доля элементов, %									
	ZnO	In_2O_3	ZrO_2	BaO	SrO	CuO	Cr_2O_3	NiO	PbO	Rb_2O
Скважина № 1										
2	0,29	0,12	-	0,14	0,19	0,052	0,12	0,017	-	0,013
6,3	0,16	-	0,005	0,14	0,10	0,11	0,083	0,035	0,060	-
9,2	0,74	-	0,017	0,28	0,094	0,18	0,10	0,032	0,19	-
Скважина № 2										
2,1	1,51	-	-	0,22	0,13	0,16	0,074	0,024	0,057	-
6,1	0,70	-	0,038	0,22	0,10	0,059	0,071	0,028	-	0,014
9,1	0,57	0,16	-	0,16	0,12	0,092	0,069	0,023	-	-
Скважина № 3										
3,7	0,20	0,14	0,014	-	0,11	0,082	0,27	0,028	-	-
6,2	0,16	-	0,019	-	0,083	0,062	0,17	0,033	-	-
9,1	0,32	0,15	0,002	0,20	0,096	0,20	0,17	0,033	0,20	-
ОСВ										
-	0,33	-	-	0,19	0,066	0,084	0,30	0,026	-	0,013

Данная публикация стала возможной благодаря поддержке в рамках гранта № XA83499601-0, полученного от Агентства по защите окружающей среды США (EPA). Данная публикация рецензированию со стороны EPA не подвергалась. Точка зрения, изложенная здесь, целиком и полностью принадлежит авторам, и EPA не продвигает товары и коммерческие услуги, упомянутые в статье.

Библиографический список

1. Вайсман Я.И. Управление отходами. Захоронение твердых бытовых отходов: учеб. пособие / Я.И. Вайсман, В.Н. Коротаев, В.Ю. Петров; Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2001. – 133 с.
2. А.М. Шаимова, Л.А. Насырова, Г.Г. Ягафарова, Е.Г. Ильина, Р.Р. Фасхутдинов Разработка математической модели образования биогаза на полигонах твердых бытовых отходов // Нефтегазовое дело. – 2009. – Т. 7. – № 1. – С. 137-140.

УДК 624.131.3.001.33:006.354

ВВЕДЕННЫЙ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ПОЛИГОН ТБО, ОСНАЩЕННЫЙ СОВРЕМЕННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

КОМАРОВ Е.В., ЛЕСОВСКИХ А.Ю.

ООО «ЭкоЛэнд»
г. Новокузнецк

В г. Новокузнецке на протяжении почти 4 лет компанией ООО «ЭкоЛэнд» эксплуатируется полигон ТБО, расположенный в районе села «Кругленькое». Полигон ТБО ООО «ЭкоЛэнд» является одним из самых современных полигонов захоронения ТБО на территории РФ. Поступающие ТБО проходят взвешивание и радиологический контроль, после чего поступают на приемную площадку. Далее по системе конвейеров ТБО подаются на сепараторы для отсева мелкой фракции. Мелкая фракция транспортируется на участок складирования, крупная фракция ТБО подвергается ручной сортировке, где отбирается ПЭТ, ПНД, ПВД, картон, бумага, стекло, алюминиевая банка, на хвосте сортировочной ленты установлены железоотделители для выборки черного металла. Отсортированные ТБО брикетируются на прессах и транспортируются на участок складирования.

Участок складирования ТБО разделен на два этапа, общая площадь участка складирования составляет 12 га, в том числе первый этап 4,5 га, остальные 7,5 га отведены на второй этап. Проектируемое время заполнения участка складирования составляет 15,5 лет. Для предотвращения загрязнения почвы и подземных вод, в основании котлована выполнены все мероприятия по герметизации участка складирования (Рисунок 1 – Осно-

вание участка складирования). В качестве основного защитного материала применена геомембрана.

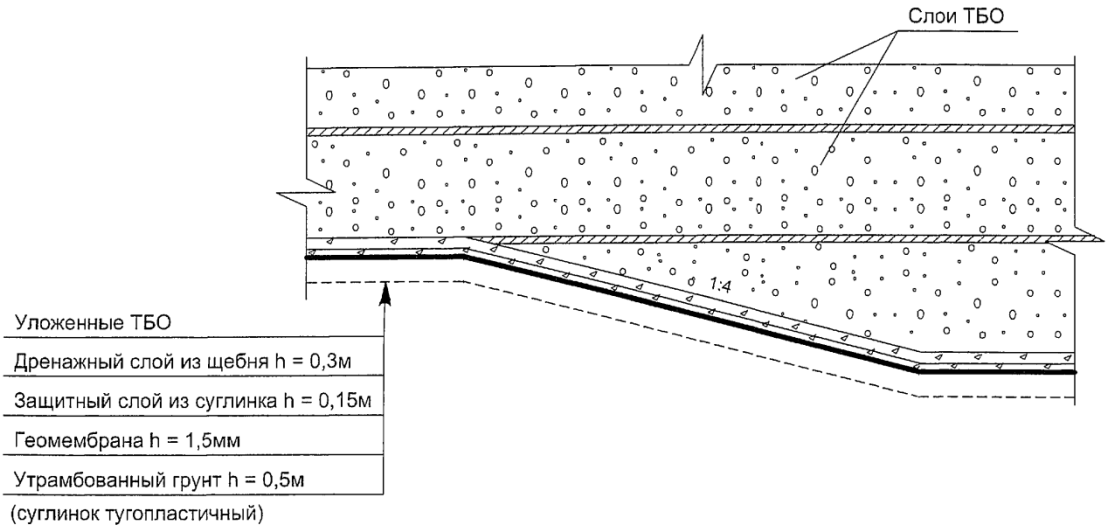


Рисунок 1 – Основание участка складирования

Геомембрана – это современный материал, отвечающий жестким требованиям экологической безопасности, позволяющий надежно решить проблему долговечной гидроизоляции и защиты. Геомембрана - полимерный материал, предназначенный для предотвращения прохода воды или жидкости через его структуру. Данный материал является абсолютно водонепроницаемым, имеет высокую сопротивляемость механическим нагрузкам, химическую стойкость к воздействию широкого спектра загрязняющих веществ, материал является абсолютно не токсичными и безвредным для человека, срок службы данного материала более 80 лет, кроме того геомембрана обладает высокой сопротивляемостью к проколу, устойчива к гниению, прорастанию корней ультрафиолетовому излучению и воздействию солнечных лучей.

Вышеописанные мероприятия по герметизации полигона необходимы, так как основное негативное воздействие полигона захоронения ТБО на окружающую среду обусловлено водами, которые образуются за счет инфильтрации атмосферных осадков через слой брикетов ТБО, биохимических и химических процессов разложения органических веществ. Очистка фильтрата полигонов ТБО очень важная и трудная задача, потому как образующиеся сточные воды обладают очень низким качеством, значения по всем показателям в 20-30 раз превышают ПДК. Фильтрат образуется за счет проникновения в брикет атмосферной воды, которая вымывает из него механические примеси, вследствие чего увеличивается концентрация взвешенных веществ, также вымываются ионы тяжелых металлов и другие неорганические компоненты. Температура внутри брикетов составляет примерно 70 °С, в нижних слоях уложенных брикетов температура еще выше, в результате чего происходит биотермическое разложение анаэробных условиях.

Общее количество фильтрата образующееся с участка складирования первого этапа строительства составляет 8-9 тыс. $м^3$/год, после реализации второго этапа строительства расчетное количество фильтрата составит 23 тыс. $м^3$/год. Качество фильтрата отражено в Таблица 2.

Компанией ООО «ЭкоЛэнд» была осуществлена масштабная работа по поиску подходящей технологии для очистки фильтрата полигона ТБО ООО «ЭкоЛэнд» г. Новокузнецка, был изучен как отечественный, так и зарубежный опыт. Рассматривались различные технологии очистки - биологическая, сорбционная и на основе обратного осмоса. Технико-экономическим обоснованным было решение о строительстве локальных очистных сооружений, основанных на технологии обратно осмоса с дискотрубчатыми модулями, производства Pall Corporation, Германия.

Обратный осмос – метод тангенциальной фильтрации, что означает фильтрацию под давлением: неочищенная вода пропускается над активным слоем (мембраной) на высокой скорости, а отфильтрованный поток проходит через мембрану в вертикальном направлении. Через активный слой мембраны первым проходит компонент с наиболее низким молекулярным весом, например вода.

В сентябре 2011 г. был произведен торжественный запуск очистных сооружений фильтрата полигона ТБО ООО «ЭкоЛэнд» г. Новокузнецка, производительностью 125 $м^3$/сут.

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 перекачивания 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 (дискотрубчатый 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 угольный фильтр. Эта технология очистки позволяет довести качество очищенных вод до требований НДС для сброса в водный объект культурно-бытового назначения (см. Рисунок 2).

Таблица 2 – Качество фильтрата полигона ТБО ООО "ЭкоЛэнд" г. Новокузнецка

ТАБЛИЦА ИСПЫТАНИЙ
АНАЛИЗ СТОЧНЫХ ВОД

Наименование показателя	Ед. изм.	Обозначение и номер НД	Проба №106. Загрязненные воды с участка складирования (очистные сооружения фильтрата)	Проба №107. Очищенные воды с участка складирования (очистные сооружения фильтрата)
Аммоний	мг/дм^3	ФР 1.31.2002.00651	1926,67	0,40
Алюминий	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2:4.135-98	0,68	0,06
БПК-20	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97	2816,0	2,4
Взвешенные в-ва	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.110-97	1059,5	1,6
Водородный п-ль	ед. pH	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97	7,64	4,91
Гидрокарбонаты	мг/дм^3	ГОСТ 26449.1-85	12728,67	27,45
Железо общ.	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.50-96	27,50	<0,05
Жиры	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.189-02	9,57	1,16
Марганец	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2:4.135-98	0,640	0,002
Медь	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2:4.140-98	0,0120	0,0100
Метанол	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2:4.201-03	17,3	0,2000
Нефтепродукты	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.5-95	0,92	0,24
Никель	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2:4.140-98	0,0497	0,0005
Нитраты	мг/дм^3	ФР 1.31.2002.00652	149,0	0,9
Нитриты	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.3-95	<0,003	<0,003
Роданиды	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.4.156-99	<0,002	<0,002
Свинец	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2:4.140-98	0,0050	0,0014
Сульфаты	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.159-00	508,35	23,04
Сухой остаток	мг/дм^3	ФР 1.31.2002.00643	15708	86
СПАВ	мг/дм^3	ФР 1.31.2002.00654	0,08	<0,015
Фенолы	мг/дм^3	МУК 4.1.667-97	8,7	<0,0005
Фосфаты	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.106-97	296,79	0,2
Фториды	мг/дм^3	ФР 1.31.2005.01522	1,95	<0,19
Формальдегид	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2:4.84-96	6,0	<0,002
Хлориды	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.111-97	2632,9	1,6
ХПК	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.100-97	10607,6	7,7
Хром 6+	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2.140-98	0,14	0,00015
Удельная электропроводность	мкСм/см	ГОСТ 26449.1-85	25100,0	116,1
Цинк	мг/дм^3	ПНД Ф 14.1:2:4.135-98	0,62	0,041

Вышеописанная технология очистки фильтрата не только позволяет эффективно решить первостепенную задачу, но кроме того возврат кон-

центрата в совокупности с герметизацией основания участка складирования приводит к стабильному увлажнению полигона, что создает благоприятные температурно-влажностные условия для образования свалочного газа (биогаза). Свалочный газ является неотъемлемой частью полигона захоронения твердых бытовых отходов, вследствие происходящих внутри тела полигона физических, химических и биологических процессов.

Проект оснащения полигона ТБО ООО «ЭкоЛэнд» оборудованием для сбора и промышленного использования разделен на 4 этапа:

1. Бурение дегазационных скважин;
2. Мониторинг свалочного газа;
3. Разработка проекта промышленного применения;
4. Реализация проекта промышленного применения.

На данный момент на участке складирования полигона ТБО ООО «ЭкоЛэнд» пробурены две дегазационные скважины, мониторинг за качеством свалочного газа ведется с марта 2012 и будет продолжаться до 2015 г. По результатам мониторинга будет разработан проект промышленного применения и определена предварительная эффективность строительства системы сбора биогаза для выработки собственной электроэнергии и перевода котельной с природного газа на свалочный. В случае неэффективности, мониторинг будет продолжен.

Содержание метана в свалочном газе участка складирования полигона ТБО ООО «ЭкоЛэнд» г. Новокузнецка варьируются от (30-53) %, содержание углекислого газа от (23-38) %. Согласно мировой практике свалочный газ с такими характеристками может быть пригоден для промышленного применения. По результатам предварительных расчетов к 2017 г. объем газа составит 850 тыс. $м^3$/год, этого будет достаточно для использования данного газа вместо потребляемого котельной, природного газа ООО «ЭкоЛэнд», а также для выработки 200 кВт·ч электрической энергии, что на 100 % перекрывают потребности ООО «ЭкоЛэнд».

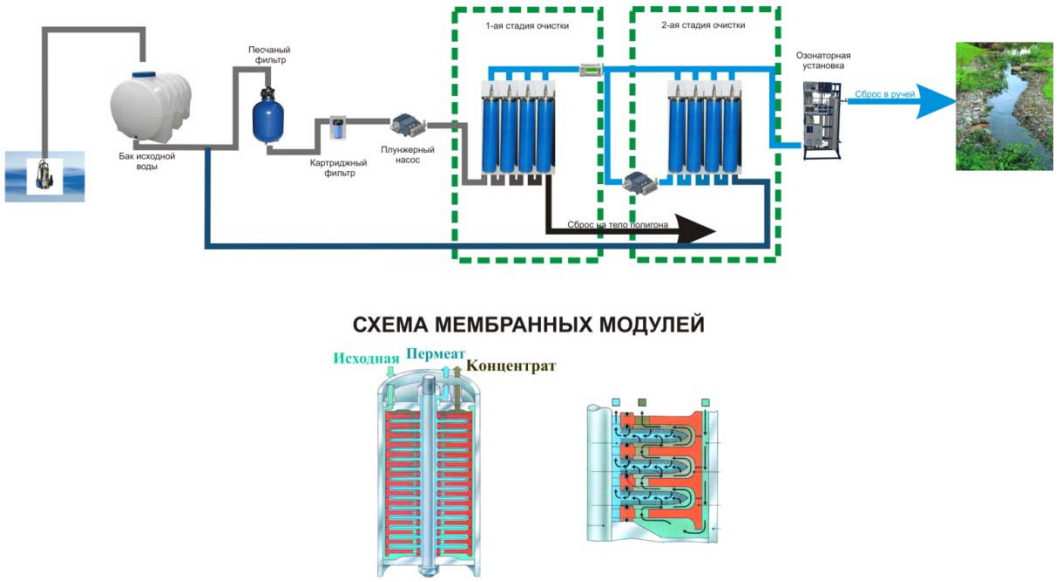


Рисунок 2 – Принципиальная схема очистки фильтрата полигона ТБО ООО "ЭкоЛэнд" г. Новокузнецка

После года работы было очищено около 30 000 м^3 фильтрата, качество очищенной воды полностью отвечает требованиям НДС (см. Таблица 2), соответственно ООО «ЭкоЛэнд» может с уверенностью сказать, что кузбасский опыт внедрения высокоавтоматизированных и высокотехнологических очистных сооружений успешен.

УДК 631.618

ПЕРСПЕКТИВЫ УТИЛИЗАЦИИ СВАЛОЧНОГО ГАЗА С ПОЛИГОНОВ ТБО ИРКУТСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

КОПТЕВА Н.В., УЛАНОВА О.В.

Национальный Исследовательский Иркутский государственный технический университет
г. Иркутск

Введение

В последние десятилетия во всем мире остро стоит вопрос глобального потепления, при котором ежегодно на Земле наблюдается увеличение температуры атмосферы. Средняя температура по Земле поднялась на 0,7 °С с начала промышленной революции (со второй половины XVIII века) [1]. Это вызвано бурной деятельностью человека, в результате которой происходят выбросы газов, вызывающих парниковый эффект. К парниковым газам относятся: диоксид углерода, метан, закись азота, гидрофторуглероды, перфторуглероды, гексафторид серы.

Из перечисленных парниковых газов, потенциальный вклад в глобальное потепление вносит метан. По сравнению с CO_2 метан удерживает тепло в 21 раз больше. В результате более одной трети антропогенного потепления в настоящее время происходит за счет выбросов метана.

Одним из основных источников метана является постоянно растущее количество свалок твердых бытовых отходов (ТБО). В результате разложения отходов образуется биогаз (свалочный газ), основными макрокомпонентами которого являются метан (CH_4) и диоксид углерода (CO_2), их соотношение может меняться от 40-70 % до 30-60 % соответственно. В существенно меньших концентрациях, на уровне первых процентов, находится водород (0,5-3 %), сероводород (0,2-0,6 %), азот (1,5-2 %), пары воды (до 60 г/м^3) и множество микроорганизмов [2]. Первая оценка глобальной эмиссии метана была сделана экспертной группой Межправительственной комиссии по изменению климата (IPCC) в начале девяностых годов, была получена цифра в 40 млн. т/год, что ориентировочно оценивается величиной в 7,4% от общего планетарного потока. По подсчетам той же экспертной группы IPCC были рассчитаны выбросы от полигонов и свалок России. Расчеты показали, что ежегодно полигоны и свалки России выбрасывают в атмосферу примерно 2,5 % от общепланетарного потока, что со-

ставляет 1,1 млн. т. Российская Федерация, подписав **Киотский протокол** должна будет стабилизировать свои выбросы парниковых газов в атмосферу на уровне 1990 года (17 % от мирового уровня).

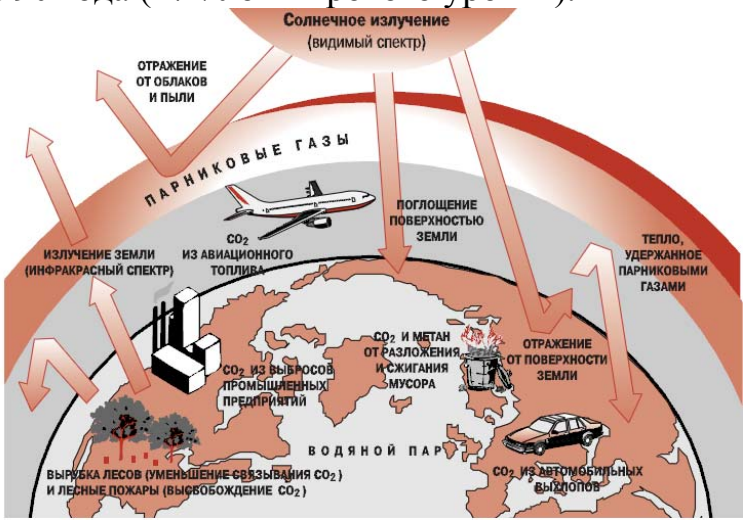


Рисунок 1 – Источники образования парниковых газов и их влияние на глобальное потепление [1]

Объект исследования

Ежегодно на территории Иркутской области, включаю Усть-Ордынский Бурятский автономный округ, службой по охране природы и озера Байкал по Иркутской области, проводится инвентаризация объектов размещения отходов. На начало 2012 года в Иркутской области насчитывалось 817 объектов размещения отходов, общей площадью 4 101,843 га [3]. Более 80 % объектов размещения отходов не имеют соответствующей разрешительной документации, т.е. являются несанкционированными свалками, которые находятся во всех муниципальных образованиях области.

Согласно статистическим данным, в 2010 году на полигоны Приангарья было передано около 72886710,934 тонн мусора [4]. Количество поступающих на полигон отходов в 2011 году по расчетам Управления Росприроднадзора по Иркутской области составило 56 млн. тонн. По количеству образовавшихся отходов Иркутская область находится на девятом месте в России и на третьем месте в Сибирском федеральном округе, уступая лишь Кемеровской области и Красноярскому краю.

Наиболее крупными свалками на территории Иркутской агломерации являются свалки в г. Иркутске, Байкальске, Шелехово. Свалка ТБО в г. Иркутске введена в эксплуатацию в 1963 году, общая площадь 41,87 га, мощность техногенных осадков составляет около 36 м, количество ежегодно складируемых на ее территории отходов составляет более 2 млн. $м^3$, рекультивация свалки планируется в 2014 году. Свалка ТБО г. Байкальска постановлением мэра в 1996 г. определена на шламонакопителе ОАО «БЦБК» – Бабхинская площадка (карта № 12) общей площадью 4,6 га. Ежегодный объем образующихся твердых бытовых отходов составляет

около 3 тыс. т. На начало 2012 года ориентировочно захоронено 50 тыс. т. В настоящий момент свалка закрыта и подлежит рекультивации.

В г. Ангарске в конце декабря 2006 года был впервые введен в эксплуатацию полигон ТБО, который соответствует всем санитарным правилам и нормам. Площадь полигона составляет 55 га. Количество размещаемых отходов в последние годы составляло около 85 тыс. т в год. На полигоне ТБО накоплено 333 тыс. т отходов.

Большой вклад в загрязнение окружающей среды вносит свалка, расположенная в п. Марково Иркутского района. В 1997 году на месте свалки была силосная яма, куда свозили органические и бытовые отходы близлежащие колхозы. В 2002 году, на месте силосной ямы, которая превратилась в несанкционированную свалку, было отведено 2 га под свалку ТБО. В дальнейшем свалка существовала с перерывами в работе до сентября 2011 года. На данный момент её закрыли до получения положительного заключения государственной экологической экспертизы. За весь период её существования, масса накопленных отходов, составляет порядка 90 000 тонн. Площадь территории, занятая под складирование отходов, занимает 2,7 га.

Исследования и обсуждение результатов

Прогнозирование объемов образования биогаза на полигонах

В Иркутском государственном техническом университете в рамках реализации научно-исследовательского проекта «Разработка системы утилизации биогаза на полигонах ТБО Иркутской агломерации в целях снижения эмиссии парниковых газов», был определен потенциал образования биогаза с полигонов ТБО Иркутской агломерации.

Расчет эмиссии биогаза с полигонов ТБО Иркутской агломерации проводился по трем расчетным моделям:

- ✓ математическая модель, разработанная Агентством по Охране окружающей среды США (Environmental Protection Agency (EPA)) представлена в виде программы LandGEM;
- ✓ математическая модель, разработанная профессором О. Табазаран (университет Штутгарта, Германия) [2];
- ✓ математическая модель Ukraine Landfill Gas Model, разработанная на базе LandGEM.

Все модели в настоящее время применяются для оценки эмиссий с полигонов ТБО в Европе, США, Украине, России и достоверность оценочных результатов для условий регионов их применения считается достаточно высокой.

Математическая модель, разработанная Агентством по Охране окружающей среды США (LandGEM).

Данная модель рекомендуется EPA для оценки загрязнения воздуха вблизи полигонов ТБО, для проведения инвентаризации эмиссии парниковых газов (ПГ) и для оценки энергетического потенциала полигонов. Мо-

дель представлена в виде программы LandGEM, реализуемой на базе MS Excel.

Основное уравнение, используемое программой для расчета количественной эмиссии метана [5]:

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=0,1}^{1} kL_0 \left(\frac{M_i}{10}\right)^{-kt_{ij}},$$

где Q_{CH4}- годовой выход метана за расчетный период (м^3/год);

i – порядковый номер года;

n – общее количество лет (разность расчетного года и начального года);

j – 0,1 года (расчетного);

k – коэффициент образования метана, 1/год;

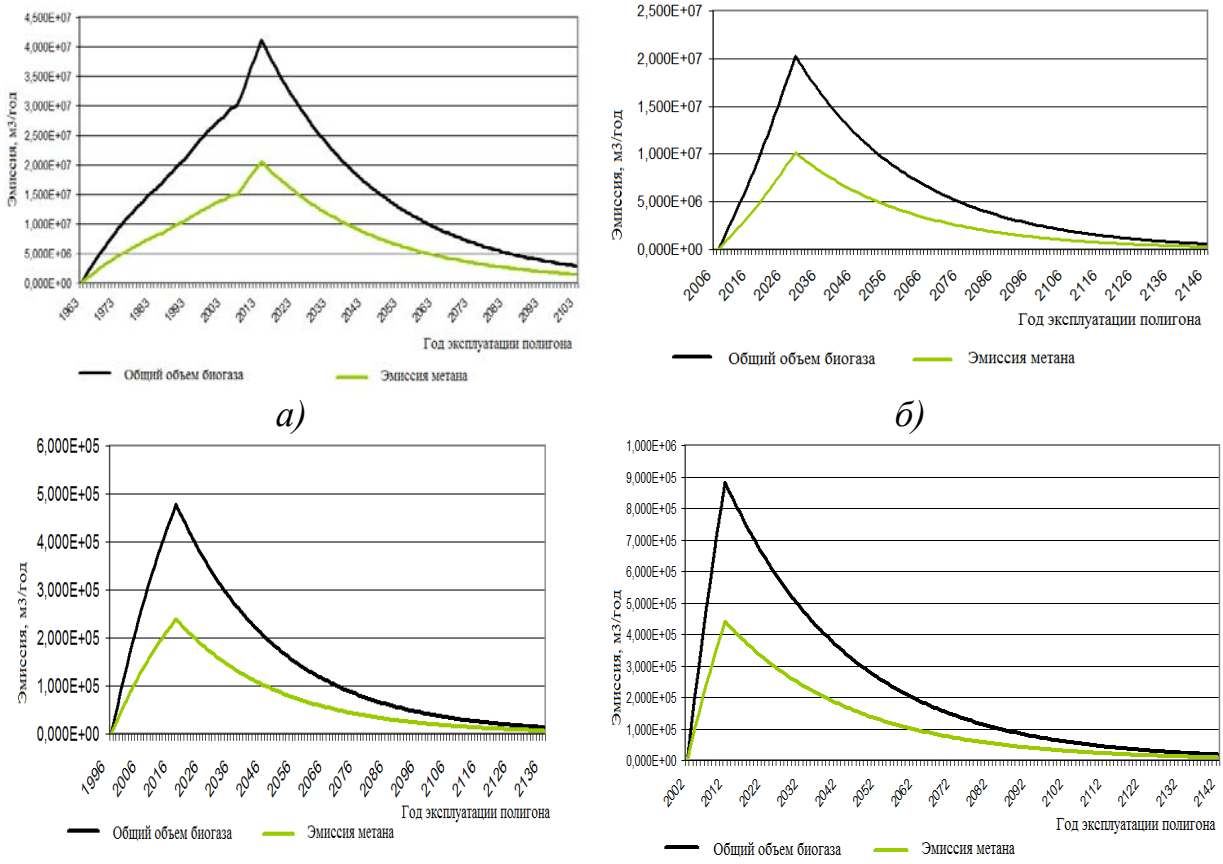
L_0 – потенциал образования метана;

M_i – количество отходов, поступающих на полигон, тонн/год;

t – время поступления ТБО, годы.

Для расчета эмиссии биогаза были приняты следующие значения: значение константы скорости генерации метана принято k = 0,03, значения потенциала генерации метана L_0 = 170 м^3/т.

Объемы образования биогаза на полигонах ТБО Иркутской агломерации представлены рисунке 2.



а) *б)* *в)* *г)*

а) г. Иркутска; *б)* г. Ангарска; *в)* г. Байкальска; *г)* п. Марково

Рисунок 2 – Результаты прогноза неконтролируемой эмиссии биогаза с полигона ТБО

Расчеты эмиссий биогаза на полигонах ТБО Иркутской агломерации показали, что наибольших выход биогаза наблюдается на следующих год после прекращения эксплуатации полигонов. Эмиссия биогаза на полигоне г. Иркутска составит 41 000 тыс. м^3 в 2015 году, из них на объем метана приходится 2 054 тыс. м^3. Максимальное количество биогаза на полигоне г. Ангарска будет наблюдаться в 2029 году – 24 890 тыс. м^3, на долю метана приходится 11 960 тыс. м^3. На полигоне г. Байкальска образование биогаза составит 477 тыс. м^3 в 2017 году. Содержание метана равняется 49,9 %. На полигоне п. Марково биодеструкция отходов с выделением биогаза в 2012 году достигнет максимального значения – 882 тыс. м^3.

Математическая модель профессора О. Табазаран

Данная модель широко используется в европейских странах для предварительной оценки эмиссии биогаза с полигонов ТБО, характеризующихся однородным составом мусора. Удельная эмиссия биогаза, выделяемого одной тонной свалочных масс к определенному времени (году) с момента захоронения определяется по формуле:

$$Q_e = 1{,}868 \cdot C \cdot (0{,}014T + 0{,}28) \cdot (1 - 10^{-kt}),$$

G_e – удельная эмиссия биогаза (м^3/т отходов);

1,868 – количество биогаза, образующегося из 1 кг органического углерода, м^3/кг;

C – общий органический углерод (кг/т отходов) (колеблется, в зависимости от морфологического состава, времени и способа хранения отходов в широких пределах, для организованных полигонов находится в диапазоне 150-220 кг/т);

T – температура отходов, °С

k – константа разложения ТБО, характеризующая долю органической массы ТБО, полностью разложившуюся в течение года (согласно имеющимся экспериментальным данным, значения коэффициента находятся в диапазоне от 0,035 до 0,045);

t – время с момента захоронения, годы.

В математической модели Табазарана в формуле не учитывается параметр влажности отходов. В качестве факторов варьирования принимаются время распада бытовых отходов и температура.

Для расчета приняты следующие параметры:

—количество органического вещества в отходах составляет 200 кг/т при объемном содержании ТБО 80 %.

—температура в толще отходов составляет 35 °С;

—константа распада органических соединений k=0,035

В математической модели учитывается биодеструкция только органической части отходов. На практике этого не происходит вследствие содержания в общей массе отходов как органических, так и неорганических составляющих.

Расчеты полигона г. Иркутска показали, что начиная с 1964 года (год после начала эксплуатации полигона), с каждым годом идет увеличение биогаза на полигоне ТБО. Наибольшее количество биогаза выделится в 2014 году (год закрытия полигона ТБО) – 88 001 792 м^3.

С начала эксплуатации полигона г. Ангарска начинается интенсивное образование биогаза. Наибольший объем биогаза выделится в последний год эксплуатации полигон ТБО в 2028 году – 3750 м^3/ч. При круглогодичной работе системы сбора биогаза полигон может образовывать около 32 412 000 м^3/год биогаза.

Максимальное выделение количество образующегося биогаза на полигоне г. Байкальска наблюдается в 2017 году и составит 78,9 м^3/ч (691 164 м^3/год).

Максимальная эмиссия биогаза полигона п. Марково наблюдается в настоящих момент – 181,7 м^3/ч – 1 590 692 м^3/год. Но даже после закрытия полигона, будет происходить эмиссия биогаза

Математическая модель Ukraine Landfill Gas Model

Модель описывается следующим уравнением:

$$Q_{CH_4} = \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=0.1}^{1} k \cdot L_0 \cdot \left[\frac{M_i}{10}\right] \cdot e^{-ktij}$$

где Q_{CH_4} – годовой выход метана за расчетный период (м^3/год);

k – параметр скорости образования биогаза, 1/год;

L_0 – удельное газообразование, м^3/т ТБО;

M_i – количество ТБО, вывезенных на полигон на протяжении года i, т/год;

i – параметр суммирования, год;

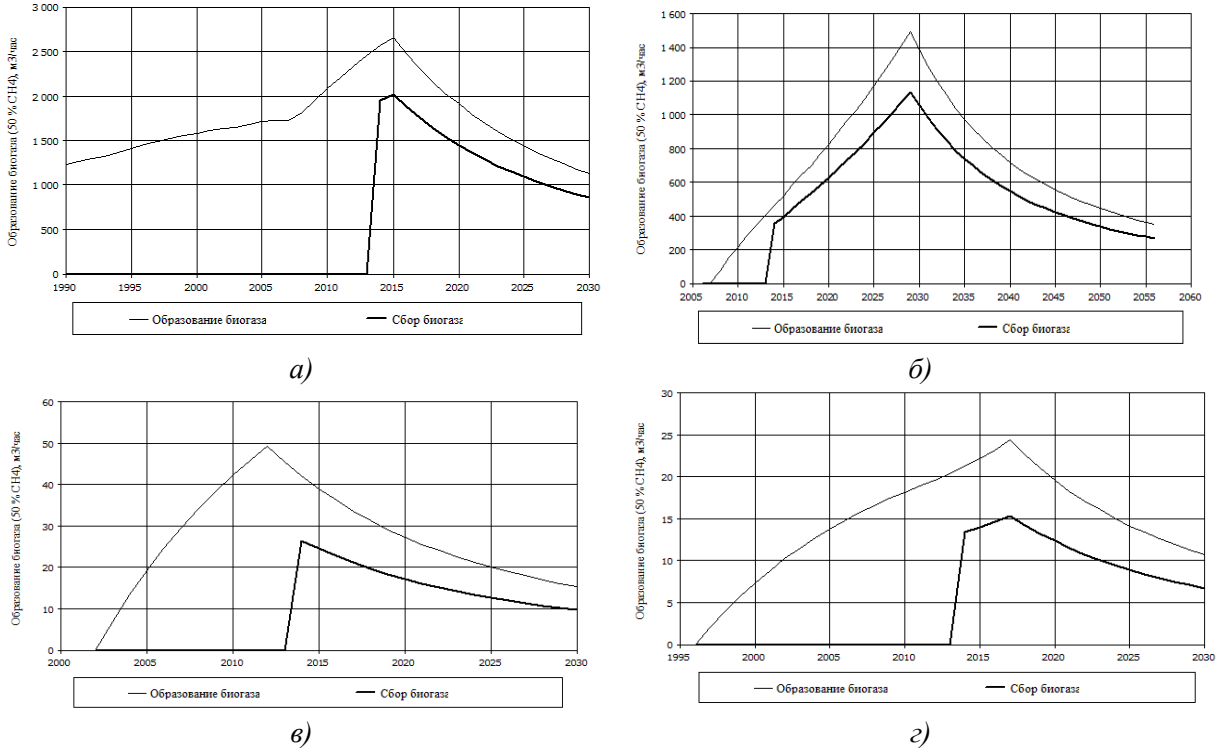
j – параметр суммирования, 0,1 год;

t – время от начала эксплуатации полигона ТБО, год.

Факторами, влияющими на количество образующегося метана в данной модели, являются количество и морфологический состав складируемых отходов, климатические условия региона, практика эксплуатации свалок.

Образование биогаза оценивалось от года начала эксплуатации полигона до 2030 года для полигона ТБО г. Иркутска, г. Байкальска, п. Марко-

во, для полигона г. Ангарска – до 2055 года. Результаты расчетов представлены на рисунке 3.



а – г. Иркутска; *б* – г. Ангарска; *в* – п. Марково; *г* – г. Байкальска

Рисунок 3 – Образование и прогнозируемый сбор биогаза на полигоне:

Расчеты для полигона г. Иркутска были выполнены, исходя из условия, что система сбора биогаза будет покрывать 100 % площади свалки, а эффективность сбора биогаза отдельной скважиной составит 76 %. Предполагается, что вывоз отходов на полигон будет продолжаться до 2014 г. включительно, при этом общее количество размещенных на полигоне отходов составит 7198 тыс. т. В результате выполненных расчетов установлено, что максимальное количество биогаза образуется в 2015 г. и составит около 2700 м^3/час (23652 тыс. м^3/год). Начиная с 2016 г., его количество будет снижаться с 2500 м^3/час (21900 тыс. м^3/год) в 2016 г. до 1126 м^3/час (9863 тыс. м^3/год) в 2030 г.

Аналогично были произведены расчеты для полигонов г. Ангарска, Байкальска и п. Марково. Полученные данные по эмиссии образования биогаза с полигонов ТБО Иркутской агломерации по всем моделям прогноза образования биогаза сведены в таблицу 1. В таблице 2 представлены расчеты общего объема образующегося биогаза на полигонах ТБО Иркутской агломерации в год.

Исследование биохимических процессов деструкции отходов

Для изучения биохимических процессов, протекающих в теле полигона, а также для прогнозирования количества и качества образовавшегося биогаза в октябре 2010 г. в экологической лаборатории кафедры ОПИ и ИЭ был запущен модельный реактор – лизиметр (рисунок 4). В модельный реактор были загружены твердые бытовые отходы, морфологический состав

которых соответствовал полигону ТБО г. Иркутска. Общий объем загруженных твердых бытовых отходов составил 8 кг, из которых в весовом отношении преобладали три компонента − органические, картонно-бумажные и полимерные отходы, доля которых в общем массиве (61,27 %) составила 3/5. Органические и картонно-бумажные отходы относятся к быстро разлагающимся отходам и являются главными источниками образования биогаза.

В качестве контролирующих показателей исследовались метан, сероводород, аммиак, диоксид серы. Отбор проб газа производился раз в неделю с помощью газоанализатора «КОМЕТА-М».

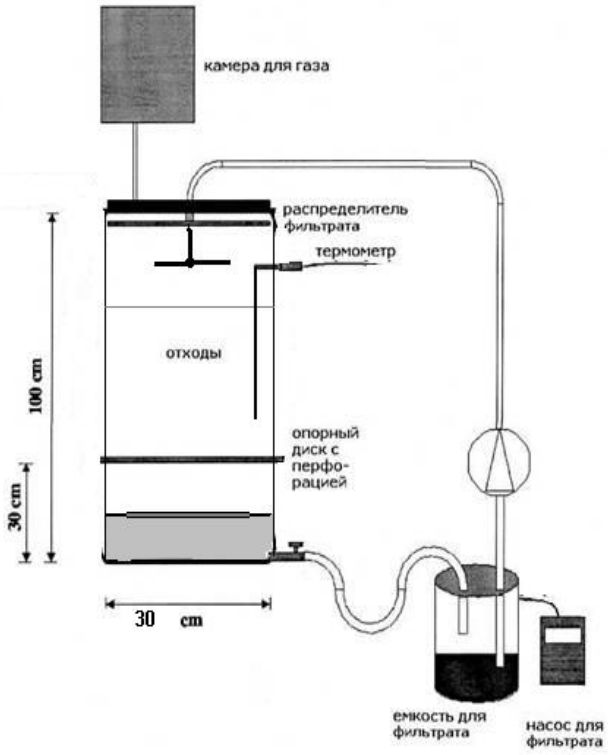


Рисунок 4 – Схема работы модельного реактора-лизиметра [6]:

Через два месяца в модельном реакторе в анаэробных условиях начинается процесс деструкции отходов, обуславливающий генерацию биогаза. Метановая фаза разложения отходов началась по прошествии 9 недель с момента загрузки реактора. Содержание метана в пробах биогаза достигло максимального значения после 18 недель деструкции отходов. Это обусловлено наличием метаногеновых бактерий, которые являются основными источниками метана.

В период с момента загрузки отходов в установку до достижения 12 недель распада наблюдалось значительное повышение содержания диоксида серы, а затем постепенное его снижение. В период метановой фазы при разложении органических веществ происходит сильное выделение запахов, что свидетельствует об образовании сероводорода и аммиака.

Таблица 1 – Эмиссия биогаза с полигонов ТБО Иркутской агломерации

полигоны	Tabasaran-Retenberger (Германия)			Ukraine Landfill Gas Model (Украина)			Model LandGEM (США)		
	эмиссия биогаза								
	$м^3$/ч	**млн. $м^3$/ год**	**Общий объем биогаза, млн. $м^3$**	**$м^3$/ч**	**млн. $м^3$/ год**	**Общий объем биогаза, млн. $м^3$**	**$м^3$/ч**	**млн. $м^3$/ год**	**Общий объем биогаза, млн. $м^3$**
г. Иркутск	8 785,8	79,963	1 287,2	4 152	36,38	589,3	2 206	19,324	482,8
г. Ангарск	979,3	8,579	25,117	481	4,2	10,548	287	2,5	6,412
г. Байкальск	69,1	0,605	5,732	42,3	0,370	3,168	19	0,166	1,559
п. Марково	169,4	1,484	8,209	92	0,805	4,189	46	0,403	2,216

Таблица 2 – Общий объем образующегося биогаза на полигонах ТБО Иркутской агломерации в год

Наименование модели	млн. $м^3$/год
Tabasaran-Retenberger (Германия)	90,631
Ukraine Landfill Gas Model (Украина)	41,755
Model LandGEM (США)	22,393

Максимальная концентрация сероводорода была отмечена на 12 недели разложения отходов, далее наблюдается уменьшение концентрации. Выделение аммиака началось по прошествии 12 недель после загрузки реактора. Зависимость концентрации газа от времени протекания эксперимента показана на рисунке 5.

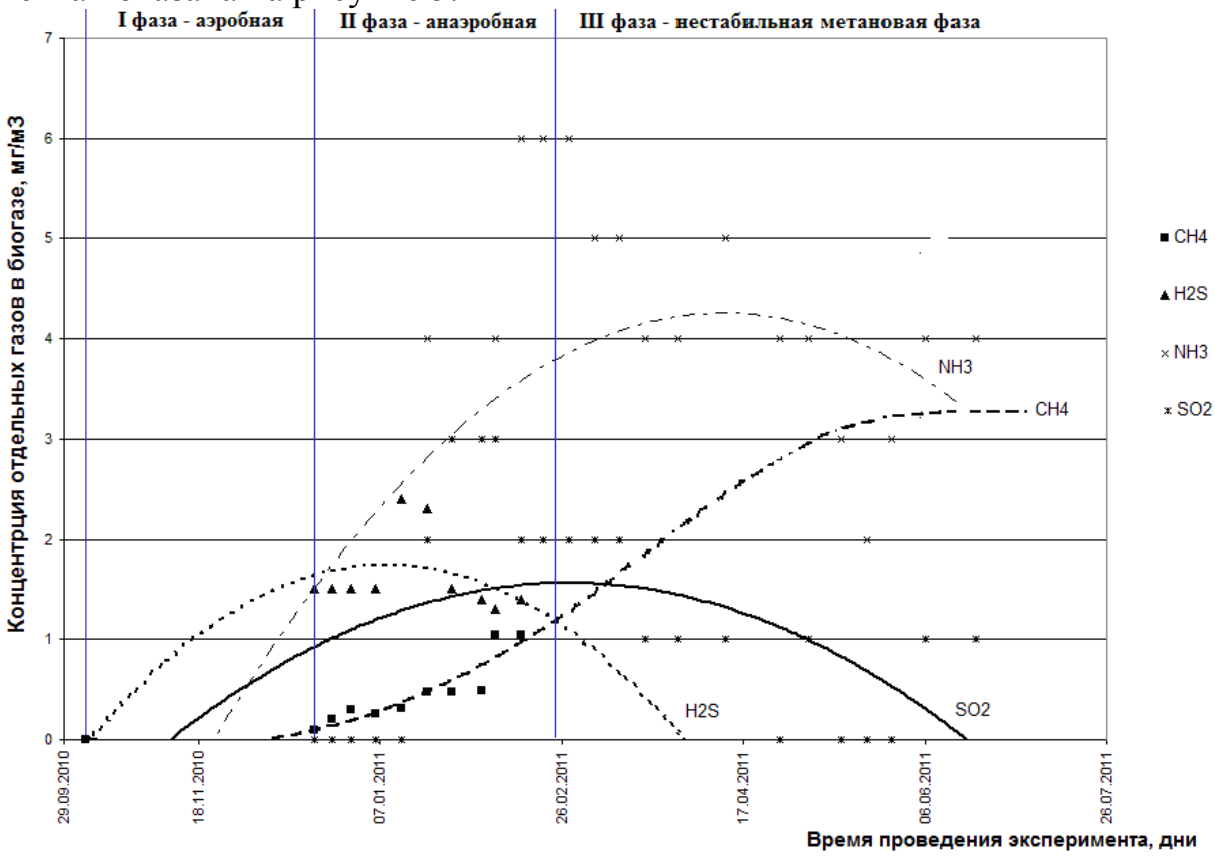


Рисунок 5 – Зависимость концентрации газа от времени протекания эксперимента

Проведенные исследования показывают, что выделение основных компонентов биогаза начинаются в метановую фазу в анаэробных условиях. В данной фазе концентрация метана достигает максимального значения. Опыты, проведенные на модельном реакторе – лизиметре показали, что полигон ТБО г. Иркутска является потенциальным источником образования биогаза, который оказывает негативное влияние на окружающую среду. Для решения данной проблемы необходимо предусмотреть на территории полигона систему сбора и дальнейшей утилизации биогаза. Результаты прогнозирования объемов образующегося биогаза также подтвердили, что полигоны ТБО Иркутской агломерации обладают значительным потенциалом биогаза, что позволяет говорить о необходимости добычи биогаза и использование его в качестве энергии.

Библиографический список

1. Бердин А.О., Грицевич И.Г., Кокорин А.О., Федоров Ю.Н. Парниковые газы – глобальный экологический ресурс. Справочное пособие. Москва, 2004

2. Schnapke A.: Entwicklung eines Konzeptes zur Schwachgasbehandlung für den Deponiestandort Penig des Abfallwirtschaftverbandes Chemnitz (AWVC) – Technische, ökonomische und ökologische Variantendiskussion. Diplomarbeit, TU Dresden: 2006 -S.156
3. Официальный сайт «Службы по охране природы и озера Байкал Иркутской области», [Электронный ресурс] http://irkobl.ru/sites/baikal/monitoring/kadastr/waste/
4. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области за 2010 год». – Иркутск: ООО Форвард, 2011. – 400 с.
5. Rule and Implementation Information for Standards of Performance for Municipal Solid Waste Landfills [Электронный ресурс] http://www.epa.gov/ttnatw01/landfill/landflpg.html
6. А.А. Пушная, О.В. Уланова, К.В. Федотов. Анализ протекания основных биохимических процессов на полигоне твердых бытовых отходов г. Иркутска. Ежемесячный общественный научно-технический журнал «Экология и промышленность России» №6 2012. – 34-37 с.

УДК 658.567.1:61

МЕДИЦИНСКИЕ ОТХОДЫ. СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ СБОРА И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ

ЗУБКОВ С.А.

ООО «Утилитсервис»
г. Новосибирск

По данным Всемирной Организации здравоохранения, на территории Российской Федерации, в соответствии с международными требованиями, уничтожается только около 0,5 % от общего объема медицинских отходов.

Можно констатировать, что в Новосибирской области, система сбора, транспортирования и централизованного высокотемпературного обезвреживания создана и работает на протяжении ряда лет.

В настоящее время, на территории г. Новосибирск и области функционирует 4 предприятия: ООО «Утилитсервис», ООО «Центр утилизации», ООО «Спецзавод «Квант» и ФГУН ГНЦ ВБ «Вектор». Эти предприятия имеют технологическое оборудование различных производителей, позволяющее эффективно и экологически безопасно оказывать услуги по высокотемпературному уничтожению медицинских отходов. Производительность оборудования, позволяет в полном объеме обезвредить медицинские отходы, образующиеся в лечебно-профилактических организациях, как города, так и области. Все предприятия располагают специализированным транспортом, отвечающим действующим санитарно-

эпидемиологическим требованиям. Разработаны и действуют логистические схемы сбора и транспортирования отходов к местам обезвреживания.

Теперь хотелось бы вернуться к вопросу об объемах образующихся отходов. Так в соответствии со схемой Генеральной очистки территории города Новосибирска от муниципальных, областных и федеральных лечебно-профилактических организаций образуется 1060 тонн в год медицинских отходов классов Б и В, и это без учета частных лечебных заведений и учреждений здравоохранения расположенных на территории областных районов.

По фактическим данным, уничтожается порядка 840 тонн в год медицинских отходов класса Б и В.

В соответствии с приведенной информацией, становится ясно, что ни учреждения организующие медицинскую деятельность, ни контролирующие органы, на сегодняшний день не располагают данными об истинном объеме образующихся медицинских отходов.

Эта ситуация сложилась, в связи с тем, что нет норматива образования медицинских отходов, разработанного и принятого в регионе.

Норматив образования медицинских отходов, разработанный и принятый в регионе, является обязательным требованием п. 3.7. санитарно-эпидемиологических правил и нормативов «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами СанПиН 2.1.7.2790-10».

Разработка и утверждение норматива (лимита) позволит планировать финансовые затраты для обезвреживания отходов, для приобретения расходных материалов для их обеззараживания, сбора, упаковки, просчитать площади помещений для временного накопления отходов.

Отсутствие такого норматива препятствует исполнению действующих санитарно-эпидемиологических правил.

Кроме того, наличие норматива образования медицинских отходов подразумевает наличие контроля на всех этапах обращения с медицинскими отходами, включая и финансовую строну вопроса.

Этот норматив может лечь в основу разработки и утверждения тарифов на обезвреживание медицинских отходов.

Говорить о том, что медицинские отходы, в развитых странах мира признаются опасными, уже и нет нужды.

Зарубежный, да и отечественный опыт обращения с медицинскими отходами показывает, что нет более безопасного обезвреживания, как централизованное термическое уничтожение.

Существующие «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами СанПиН 2.1.7.2790-10», ст. 49 Федерального закона № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан Российской Федерации» предусматривают определенную классификацию отходов:

- Класс А – эпидемиологически безопасные отходы, по составу приближенные к твердым бытовым отходам;

- Класс Б – эпидемиологически опасные отходы;

- Класс В – чрезвычайно эпидемиологически опасные отходы;

- Класс Г – токсикологически опасные отходы 1-4 класса опасности;

- Класс Д – радиоактивные отходы.

Действующие санитарные правила устанавливают обязательные санитарно-эпидемиологические требования к обращению (сбору, временному хранению, обеззараживанию, транспортированию) с отходами, образующимися в организациях при осуществлении медицинской и\или фармацевтической деятельности.

Таким образом, заложен странный принцип определения класса опасности отходов, не по морфологическому составу, токсичности и т.д., а по месту их образования.

В реальной жизни, мы столкнулись с тем, что люминесцентные лампы пришедшие в негодность в лечебном учреждении – это отход класса Г, а не опасные отходы 1 класса опасности.

Хотя существует более объективное определение изложенное в ГОСТ 30772-2001 «Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Термины и определения» - отходами лечебно-профилактических учреждений являются материалы, вещества, изделия, утратившие частично или полностью свои первоначальные потребительские свойства в ходе осуществления медицинских манипуляций, проводимых при лечении или обследовании людей в медицинских учреждениях.

В соответствии с письмом от 23.05.2012 г. № ОД-06-01-31\6139 Росприроднадзора «Понятие отходов лечебно-профилактических учреждений в настоящий момент не установлено в связи с утратой силы СанПиН 2.1.7.728-99 «Правила сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений». Частью 1 ст. 49 Федерального закона от 21.11.2011 г. № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» определено понятие медицинские отходы. СанПиН 2.1.7.2790-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к обращению с медицинскими отходами», также устанавливают требования к обращению с медицинскими отходами. Поскольку вопрос соотнесения вышеуказанных понятий, а также ряд других вопросов в части полномочий федеральных органов исполнительной власти при обращении с медицинскими отходами в настоящее время положениями соответствующих нормативно-правовых актов не урегулирован, по инициативе Росприроднадзора, Минприроды России проведено межведомственное совещание с участием Минздравсоцразвития Россиии, Роспотребнавдзора, Россельхознадзора. По результатам совещания принято решение о создании межведомственной рабочей группы для проработки вопросов устранения пробелов в законодательстве в части регулирования обращения с отходами лечебно-профилактических учреждений».

Обращаю ваше внимание, деятельность по обращению отходами классов А, Г, Д, то есть с твердыми бытовыми отходами, токсичными (промышленными) отходами 1-4 класса опасности, радиоактивными отходами, регламентирована различными федеральными законами, постановлениями Правительства, приказами и т.п. и нет необходимости, да и не целесообразно оборот этих отходов регламентировать дополнительно санитарными правилами.

Специфическими отходами лечебно-профилактических организаций являются эпидемиологически опасные (класс Б) и чрезвычайно эпидемиологически опасные (класс В) отходы.

Европейский (Франция) опыт, показывает, что медицинские отходы делятся на 2 категории: инфицированные и не инфицированные компоненты.

Инфицированные отходы под строгим надзором и специально упакованные (контейнеры с двойной обкладкой) поступают на сжигание и должны быть обезврежены в срок, не превышающий 48 часов.

Не инфицированные отходы удаляются по общим каналам муниципальных отходов.

УДК 678.674´524´420

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕЦИКЛИНГА ПОЛИОЛЕФИНОВ

Евменов С.Д., Касьянова О.В., Теряева Т.Н., Рогов В.П.

Кузбасский государственный технический университет
г. Кемерово

Одним из наиболее осязаемых результатов антропогенной деятельности является образование отходов, среди которых отходы пластмасс занимают особое место ввиду специфических свойств полимеров – они в естественных условиях разлагаются с очень малой скоростью и не подвергаются гниению. Поэтому их утилизация является серьезной экологической проблемой.

В России в 2010 году произведено 4,952 млн. тонн пластмасс [1], и по прогнозам в ближайшие 10 лет производство и потребление изделий из полимерных материалов в России будет расти опережающими темпами в сравнении с темпами роста промышленного производства. Это приведет к дальнейшему обострению экологических и экономических проблем из-за существенного увеличения количества отходов и вышедших из употребления изделий, т.к. объемы рециклинга в этом секторе вряд ли превысят 10%.

В мире предлагаются и разрабатываются различные стратегии утилизации отходов полимеров. В настоящее время наибольший прогресс достигнут в сжигании пластмассовых отходов с целью получения энергии либо гигиенического остатка, в химической переработке методами пиролиза, гидролиза, гликолиза и метанолиза, результатом которых является получение мономеров, других химических веществ и топлива. Одним из ос-

новных направлений утилизации полимерных отходов является их вторичная переработка на соответствующем оборудовании с учетом некоторых потерь в свойствах полимеров.

В первую очередь проблема утилизации касается отходов и вышедших из употребления изделий многотоннажных полимеров, к которым относятся полиолефины. Самым распространенным видом пластмасс являются полиэтилены, производство которых в 2010 году в России составило 1,53 млн. тонн. Выраженная тенденция последних 10-15 лет – значительные темпы роста спроса на полипропилен, обусловленные его универсальными свойствами, привела к тому, что производство данного полимера уже достигло 654 тыс. тонн. В структуре производства пластических масс в России в 2010 году полимеры этилена и полимеры пропилена в сумме составили 44,2 % (31 и 13,2 % соответственно) [1].

Следует учитывать, что и при первичной, и при вторичной переработке полимеры подвергаются воздействию высоких температур, напряжений сдвига и окислению. За счет механо- и термоокислительной видов деструкции происходит изменение структуры материала, и как следствие, определенное ухудшение технологических и эксплуатационных свойств. А при вторичной переработке полимер проходит в зависимости от технологии несколько циклов указанных выше воздействий. Поэтому очень важным является информация об возможных изменениях свойств материалов при многократной переработке.

Наибольшее влияние на свойства полиэтиленовых регенератов оказывают первые циклы переработки, а при значительном увеличении кратности переработки заметными становятся процессы деструкции.

В результате одновременно протекающих процессов структурирования и деструкции средняя молекулярная масса изменяется незначительно. То же можно сказать о кажущейся плотности материала [2].

Структурные изменения в полиэтилене в значительной мере определяются его исходной химической и физической структурой. Решающую роль здесь играет число двойных связей, степень разветвленности и количество карбоксильных групп. Установлено, что до температуры 262 °С для полиэтилена высокого давления (ПЭВД) не происходит изменения вязкости расплава, и лишь при существенно больших температурах происходит падение вязкости за счет структурирования. В то же время прочность и относительное удлинение при разрыве и ударная вязкость в диапазоне 3-4 циклов переработки изменяются незначительно [2]. Для полипропилена (ПП) характерна четко выраженная зависимость процессов деструкции от температуры и кратности переработки. Уже после трехкратной переработки молекулярная масса ПП может снижаться на 50-70 %, что приводит к существенному увеличению текучести расплава [3]. При этом плотность практически не изменяется. Что касается прочностных свойств, то в проведенных ранее исследованиях при многократной переработке (до 6 циклов) не зафиксировано существенных изменений прочности и относительного удлинения при растяжении и ударной вязкости. С понижением молекулярной массы полипропилена растет степень кристалличности, что ведет к

уменьшению ползучести, а модуль упругости экструдированных образцов возрастает с увеличением циклов переработки [2].

Например, показано, что вторичный ПЭВД, полученный из упаковочной пленки, после рециклинга имеет молекулярное строение очень близкое к строению первичного материала ввиду короткого времени службы и мягких условий эксплуатации [3].

Во многих случаях строение, морфология и свойства вторичного ПП при отсутствии жестких условий эксплуатации существенно не отличаются от исходного полимера. Однако для ПП характерно зависимость перечисленных выше свойств от рецептуры материала, и в первую очередь, от наличия и содержания стабилизаторов.

Очевидно, что есть возможность повторно перерабатывать вышедшие из употребления изделия из ПЭВД и ПП без существенного снижения качества при условии, что при эксплуатации они не получали интенсивного температурного и светового воздействия.

Одним из таких продуктов является мягкая тканая тара из полипропиленовой ориентированной плоской нити с пленочными вкладышами из ПЭВД. Практически никакой другой материал, который используется для изготовления упаковок, не обладает такой прочностью и надежностью, которой обладает полипропилен**.** Высокая механическая и ударная прочность, не токсичность, стойкость к многократному изгибу и истиранию, химическая стойкость, стойкость к воде и щелочным средам, устойчивость к перепадам температур и ультрафиолетовым лучам делают полипропиленовые мешки незаменимым материалом для производителей как пищевых, так и непищевых продуктов. И в случае одно- трехкратного использования они являются ценным сырьем для повторной переработки и получения качественных вторичных полимерных материалов.

Процесс переработки данного вида тары успешно осуществляется на инновационном предприятии ООО «Полимер-Вектор» в п. Красный Брод Кемеровской области, где в качестве сырья используется тара, в который на Краснобродский угольный разрез и предприятия сельского хозяйства района поставляется аммиачная селитра.

На предприятии реализована современная технологическая схема переработки вышедшей из употребления мягкой тканой тары, включающая следующие стадии:

- транспортировка сырья;
- складирование;
- первичная подготовка сырья (в частности, извлечение аммиачной селитры из полиэтиленовых вкладышей;
- двухстадийное измельчение методами раздира и дробления;
- отмывка;
- агломерация;
- экструзионная грануляция;
- упаковка и складирование вторичного полимерного товарного материала.

Технологический процесс ведется на специально закупленном оборудовании. Например, раздир мешков осуществляется на двухроторном

шредере YINGPENG 800 с помощью нескольких десятков дисков с зубьями специальной формы, расположенных на двух параллельных валах, вращающихся в разные стороны. На второй стадии материал измельчается на ножевой дробилке мокрого дробления SRW-600BD-6 с разгрузочным шнеком.

Для отмывки и сушки сырья используется специальный моечно-сушильный комплекс российского производства, включающий две стадии отмывки, отделение воды и сушка с помощью турбулентно-гравитационных сепараторов.

После агломерации материал накапливается в промежуточном бункере, из которого подается в загрузочный бункер гранулятора HAIGANG SJ-90, на выходе которого получается товарный гранулированный материал трех видов – ПЭВД, ПП и смесь данных материалов.

На кафедре технологии переработки пластмасс кузбасского государственного университета им. Т.Ф. Горбачева были исследованы технологические свойства двух партий товарного вторичного ПП (таблица).

Таблица – Показатели товарного вторичного ПП

№ п/п	Наименование показателя	Диапазон значений показателя
1.	Показатель текучести расплава (ПТР), г/10 мин	4,26 - 6,25
2.	Насыпная плотность, кг/м^3	495,1 - 501,3
3.	Плотность гранулированного материала, г/см^3	0,888 - 0,904
4.	Температура плавления, °С	161 - 168
5.	Содержание влаги и летучих продуктов, %	0,110 - 0,107
6.	Зольность, %	2,34 - 2,41

Сравнение с характеристиками марок полипропилена, идущего на изготовление пленочных нитей для изготовления тканой тары и приведенных в ГОСТ 26996-86 показало, что все исследованные характеристики практически не отличаются от нормативных, кроме показателя текучести расплава (ПТР) и несколько повышенной зольности.

Увеличение ПТР на 10-40 % ожидаемо и связано с частичной деструкцией материала при двух – трех циклах переработки в процессе получения товарного материала, что хорошо согласуется с приведенными выше выводами.

Однако это не влияет на качество достаточно широкой номенклатуры изделий, производимых из данных материалов. К ним относятся пленочные рукава для взрывных работ, пленка для пакетов, колпачки для медицинских бахил, ведра и другие емкости, полимерпесчаные колодезные люки и тротуарная плитка, кормушки для кошек и собак, причем номенклатура изделий постоянно расширяется.

Библиографический список

1. Российский статистический ежегодник. 2011; Стат.сб. / Росстат. – М., 2011.
2. Вторичная переработка пластмасс / ред. Ф. Ла Мантия; пер. с англ. под ред. Г. Е. Заикова. – СПб.: Профессия, 2006. – 400 с.: ил.
3. Штарке, Л. Использование промышленных и бытовых отходов пластмасс / Л. Штарке, пер с нем. под ред. В. А. Брагинского. – М.: Химия. 1987. – 176 с.

ПРАКТИКА СБОРА, ТРАНСПОРТИРОВКИ, ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ

УДК 658.567.1(571.17)

КУЗБАССКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПЕРЕРАБОТЧИКОВ ОТХОДОВ. ИТОГИ ТРЕХЛЕТНЕЙ РАБОТЫ

Волынкина Е. П., Ефремова В. Ш.

ОЮЛ «Кузбасская Ассоциация переработчиков отходов»
г. Новокузнецк

Кузбасская Ассоциация переработчиков отходов создана 8 октября 2009 г. с целью объединения и содействия развитию отходоперерабатывающих предприятий в Кемеровской области.

На сегодняшний день в Ассоциацию входит 14 предприятий малого и среднего бизнеса, в том числе 12 производственных предприятий (ООО «Экологический региональный центр», ООО «Эко Шина», ООО «Атлантик», ООО «Полимер-Вектор», ООО «Витал-Сервис», ООО «Экомаш НК», ООО «Экологические инновации», ООО «СМЦ», ООО «АКМО», ООО «ПК «Вертикаль», ООО «Сиберц», ООО «Новокузнецкий завод переработки и производства пластмасс»,) и 2 проектные компании (ЗАО «Сибирская консалтинговая компания», ООО «НПЦ-Сибпромэкология»). Все предприятия имеют соответствующие лицензии и производственные мощности, 4 предприятия являются резидентами Кузбасского технопарка. В Ассоциации принят и подписан всеми участниками Кодекс деловой этики, включающий добровольные обязательства поддерживать высокие этические нормы при ведении бизнеса в сфере обращения с отходами в большей, чем это предусмотрено Законом степени, т.е. осуществлять деятельность цивилизованными методами, чтобы она служила на благо общества.

За период 2009-2011 гг. отходопереработчики, а это предприятия малого и среднего бизнеса, инвестировали в создание новых производственных мощностей по утилизации отходов около 200 млн. руб., что позволило расширить перечень утилизируемых отходов от 100 до 150 наименований. Переработано и обезврежено свыше 200 тыс. т отходов: отходы бумаги и картона, пластмасс, отработанные автопокрышки всех типоразмеров, аккумуляторы, древесные и медицинские отходы, минеральные и углеродистые отходы огнеупоров, отходы коксохимического производства, зола те-

плоэлектростанций, старая оргтехника и автомобили, строительные отходы. Все эти отходы не попали на свалки, вместо этого они были обезврежены и переработаны, став новыми ресурсами и заменив собой природное сырье.

На основе отходов произведено 170 тыс. т экологичной продукции: резиновая крошка, травмобезопасные покрытия для спортивных стадионов и детских площадок, тротуарная плитка, пластмассовые гранулы и товары народного потребления (лейки, канистры, мешки для мусора, мебельная и оконная фурнитура, ритуальная нить), декоративная древесная мульча 12 цветов, евродрова из прессованных хвойных опилок, товарная огнеупорная продукция, огнестойкие защитные краски и теплоизоляционные материалы с добавлением алюмосиликатной микросферы, синтетические флюсы на основе фторуглеродистых отходов алюминиевых заводов. Предприятия Ассоциации обеспечивают работой более 700 человек.

До 2016 г. планируется реализовать 20 новых инвестиционных проектов на общую сумму 1,145 млрд. руб., что позволит вовлечь в переработку 730 тыс. т промышленных и бытовых отходов ежегодно. В ближайших производственных планах участников Ассоциации производство шпалопропиточного масла из отходов коксохимпроизводства, переработка свинецсодержащих отходов и производство аккумуляторов, производство сорбентов с добавлением алюмосиликатной микросферы, производство вторичного топлива из угольных отходов, щебня и песка из строительных отходов, полимерпесчаных изделий из отходов обогащения и пластмасс, обезвреживание нефтешламов биологическим методом, извлечение и утилизация биогаза со свалок ТБО и др.

При реализации инвестиционных проектов малый производственный бизнес и отходоперерабатывающие предприятия имеют большое количество проблем. Это и проблема доступа к сырью, особенно когда сырьем являются «чужие» отходы, накопленные в отвалах крупными промышленными предприятиями, недостаток средств для приобретения оборудования, высокая налоговая нагрузка, проблема сбыта новых видов производимой из отходов продукции, ее конкурентоспособность в сравнении с аналогичной продукцией из природного сырья. Во всех развитых странах без исключения отходопереработчики имеют мощную государственную поддержку, так как их деятельность направлена на очистку территорий от отходов, снижение их негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения, то есть имеет особую социальную значимость. Огромное значение имеет деятельность отходопереработчиков для Кузбасса, на территории которого образуется половина всех отходов России.

В целях содействия развитию отходоперерабатывающей отрасли Кузбасская Ассоциация переработчиков отходов решает следующие задачи: оказывает информационную, методическую и рекламную поддержку отходоперерабатывающим предприятиям; содействует расширению базы клиентов и потребителей продукции; представляет и защищает интересы

отходоперерабатывающих предприятий в органах государственной, региональной и местной власти; координирует предпринимательскую деятельность в области обращения с отходами, помогая отходоперерабатывающим предприятиям найти свою нишу.

Кузбасская Ассоциация переработчиков отходов постоянно взаимодействует с Государственной Думой и Советом Федерации по совершенствованию федерального законодательства, стимулирующего переработку отходов и создание в России отходоперерабатывающей отрасли.

Члены Кузбасской Ассоциации переработчиков отходов по запросу Государственной Думы внесли целый ряд предложений по введению поправок в проект Федерального закона «О внесении изменений в Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» и другие законодательные акты РФ (в части экономического стимулирования деятельности в области обращения с отходами», данный законопроект прошел первое чтение и будет рассмотрен во втором чтении осенью 2012 г.

В настоящее время переработка отходов рассматривается как одно из перспективных направлений развития малого производственного бизнеса в Кемеровской области. В 2011 г. в Кемеровской области разработан и принят целый ряд важных документов, стимулирующих развитие отходоперерабатывающих предприятий: Распоряжение Губернатора «О мерах по совершенствованию деятельности в сфере обращения с отходами производства и потребления на территории Кемеровской области», рекомендации депутатских слушаний областного Совета народных депутатов на тему «Вопросы привлечения предприятий малых форм хозяйствования в переработку и использование отходов», областной закон «О налоговых льготах организациям, осуществляющим деятельность по переработке отходов на территории Кемеровской области», переработка отходов включена в перечень приоритетных видов деятельности, по которым осуществляется государственная поддержка в Кемеровской области, разработан механизм взаимодействия переработчиков промышленных отходов с крупными промышленными предприятиями – собственниками отходов, разработана и принята Комплексная инвестиционная программа «Обращение с отходами производства и потребления на территории Кемеровской области на 2011-2016 годы и на период до 2020 года».

В 2011 г. создание и развитие отходоперерабатывающих предприятий признано одним из перспективных направлений развития г. Новокузнецка. Переработка отходов включена в список приоритетных видов деятельности малого и среднего бизнеса с целью оказания государственной поддержки. Члены Ассоциации приняли участие в разработке Концепции обращения с отходами на территории города Новокузнецка, в рамках которой предусмотрено совершенствование нормативно-правовой базы обращения с отходами, в разработке комплексной муниципальной «Программы по обращению с отходами на территории города Новокузнецка на 2012-2015 г.г.», схемы санитарной очистки города, в разработке реестра отхо-

дов, переребатываемых в г. Новокузнецке, ограниченных к захоронению, предложили ряд изменений и дополнений в действующие «Правила по обращению с отходами на территории города Новокузнецка».

Безусловно принятые меры господдержки активизируют интерес к сфере переработки отходов как со стороны предпринимателей, так и со стороны инвесторов.

В 2011 году создан Попечительский совет Кузбасской Ассоциации переработчиков отходов. В Совет вошли:

Заместитель Губернатора Кемеровской области по природным ресурсам и экологии Вашлаева Н. Ю.

Заместитель Губернатора по промышленности, транспорту и предпринимательству Кузнецов С. Н.

Руководитель Управления Росприроднадзора по Кемеровской области Климовская И. А.

Председатель комитета по предпринимательства, инноваций и имущественных отношений Совета народных депутатов Кемеровской области Козлова Е. В.

Первый заместитель Главы г. Новокузнецка по промышленности и городскому хозяйству Матвиенко П. В.

Участники Ассоциации входят в Национальный союз предприятий, занятых в сфере обращения с отходами, в Совет по поддержке и развитию малого и среднего предпринимательства при Главе города Новокузнецка, в Общественный экологический совет при Главе г. Новокузнецка.

Кузбасская Ассоциация переработчиков отходов активно развивает социально значимые направления своей работы. На средства участников Ассоциации и совместно с Администрациями г. Новокузнецка и Кемеровской области реализован ряд социальных проектов: разработана и издана серия плакатов, воспитывающих культуру обращения с отходами, плакаты размещены на улицах г. Новокузнецка, распространены на предприятиях и среди населения, созданы социальные видеоролики о работе отходоперерабатывающих предприятий и продукции из вторичных ресурсов, создана «Экологичная аллея» в г. Новокузнецке, организованы и проведены экологические акции: «Выбирай экологичное», рассказывающая о продукции из вторичных ресурсов, акция «День вторичных ресурсов» по сбору макулатуры, стекла, пластика от населения, акция «Экологически ответственная компания» направленная на поддержку предприятий, добросовестно долгое время выполняющих требования законодательства в области обращения с отходами, конкурс экологических проектов «Твой ЭкоЖЖ», «Фестиваль эко-рекламы», Всероссийская уборка «Сделаем!» в г. Новокузнецке, пилотные проекты по раздельному сбору мусора в г. Новокузнецке. Одним из способов информирования жителей о социальных проектах Ассоциации является создание информационной рассылки и разработка группы «Жить экологично в Кузбассе: раздельный сбор отходов, экотовары, креатив» (http://vk.com/ecokuzbass), которая насчитывает более 1000 человек. Участ-

ники группы получают информацию о том, что может сделать каждый для улучшения состояния окружающей среды, об экологически ответственном потреблении, о видах вторичного сырья и условиях приема, о второй жизни вещей, об эко-товарах, семинарах, акциях и многом другом.

Кузбасская Ассоциация переработчиков отходов является активным участником выставок и конференций: Первый съезд отходопереработчиков (Москва), выставка «Вейст тэк» (Москва), выставка «Экотек» (Кемерово), Сибирский промышленный форум (Новокузнецк), Международная выставка «Уголь и майнинг» (Новокузнецк), выставка-ярмарка «Сибдача» (Новокузнецк), выставка «Чистый город» (Новосибирск).

Благодаря рекламной деятельности за три года в Ассоциацию поступили запросы более чем от 4000 клиентов. Все клиенты были переданы участникам Ассоциации в соответствии с их специализацией.

Все отходоперерабатывающие предприятия, входящие в Ассоциацию, получают информацию об изменениях в природоохранном законодательстве, законопроектах в сфере обращения с отходами, технологиях переработки отходов и оборудовании для переработки, способах поддержки малых отходоперерабатывающих предприятий, конкурсах, кредитах, субсидиях, семинарах, выставквах, конференциях, новостях отходоперерабатывающей отрасли.

В рамках Ассоциации обсуждаются проблемы отдельных предприятий и отрасли в целом, прорабатываются возможные пути решения данных проблем, формируются новые пути развития отходоперерабатывающих предприятий.

УДК 658.567.1(470.26)

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ОТХОДОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

ЛАВРИНЕНКО С.О.

Региональный Союз переработчиков отходов Калининградской области
г. Калининград

С момента создания Регионального Союза переработчиков отходов Калининградской области в 2009 году он стал одним из активных участников выработки региональной политики по вопросам обращения с отходами. К тому же, в Правительстве Калининградской области ответственного за этот актуальный вопрос еще не сформирован.

Силами Регионального Союза переработчиков отходов Калининградской области была разработана концепция развития отходоперерабатывающей отрасли Калининградской области. Концепция предназначена

для широкого круга пользователей всех заинтересованных ведомств и активно презентуется на различных площадках.

Цели концепции:

1. Определение территорий для строительства полигонов с формированием системы сбора, сортировки и утилизации отходов по классам опасности.

2. Уменьшение объема захораниваемых отходов за счёт внедрения системы глубокой сортировки отходов и получения альтернативного топлива для малой энергетики региона.

3. Применение автономных систем энергообеспечения оборудования на вторичных ресурсах для самоокупаемости комплексов по сортировке отходов.

4. Создание легального сектора оборота вторичных ресурсов через объединение и развитие местных перерабатывающих предприятий на одной промплощадке.

5. Формирование тарифов на переработку отходов.

На начало 2012 года в Калининградской области определены 30 свалок для приёма ТБО. Согласно принятой региональной программе «Обращение с отходами производства и потребления в Калининградской области на 2012-2016» определены места строительства четырех экологически безопасных полигонов.

1. Гусевский район, п. Жаворонково, находится на стадии строительства, запуск которого планируется в 2013 году. Полигон рассчитан на размещение до 30 000 тонн отходов в год. Планируется ручная сортировка и система компостирования отходов.

2. Неманский район, п. Барсуковка. Полигон и очистные сооружения уже построены, ввод в эксплуатацию во втором полугодии 2012 года. В перспективе на конкурсной основе на полигоне будет размещено оборудование по сортировке отходов. Полигон рассчитан на размещение до 70 000 тонн отходов в год.

3. Зеленоградский район, п. Круглово. Предполагаемый участок площадью 12 га уже определён рядом с уже существующей свалкой. Здесь необходимо освоение всего участка с нуля. Полигон рассчитан на размещение до 100 000 тонн отходов в год.

4. Гурьевский район, п. Голубево. Предполагаемый участок площадью 13 га. Данный полигон предназначается для г. Калининграда и рассчитан на размещение до 200 000 тонн отходов в год. Также необходимо освоение всего участка с нуля.

Таким образом получается, что максимальное количество отходов на которую будут рассчитаны все полигоны Калининградской области 400 000 тонн в год. Хотя фактически в области с учетом отходов ТБО, строительных и отходов промышленных предприятий формируется порядка 600 000 тонн отходов в год (эти цифры заложены в Областной целевой программе и на них опирались при ее подготовке). И этот объём без учета

накопленных отходов на территориях предприятий, жилого и социального секторов.

Согласно предлагаемой концепции будут установлены мусоросортировочные заводы с автоматической сортировкой отходов и разделением на ликвидные фракции. Данный вид сортировки широко внедрён в Европейских странах и позволяет углубить сортировку ТБО в условиях отсутствия селективного сбора до 50-70 %, при ручной сортировке глубина выделенных отходов составляет 5-10 %.

Внедрение автоматической сортировки позволит увеличить срок службы полигонов вдвое и уменьшить их заполняемость. Автоматическая спектральная сортировка позволит разделить влажные отходы на фракции: железо, пластик, бумага, тетрапак и прочие отходы. Также это позволит выйти на новый товарный продукт – альтернативное топливо RDF - топливо из отходов. Данный вид топлива активно используется в получении тепла и электричества в Европе, Японии, США.

Выход на рынок альтернативного топлива позволит выйти на полную автономность предприятий переработки отходов при получении тепла и электричества. RDF топливо гранулы, удобно расфасовывать в малых объемах и перемещать в любую точку Калининградской области. При сертификации альтернативного топлива и адаптации газогенераторных установок для получения энергетических ресурсов, появится возможность развивать малую энергетику на местном ресурсе.

На первом этапе возможно внедрять автономность предприятий отходоперерабатывающей отрасли за счёт использования накопленного ресурса короотвалов в Калининградской области. Адаптированные в РФ генераторные установки мощностью до 1 мВт могут использовать и подготовленную кору и альтернативное топливо из отходов.

Для полного замкнутого цикла обращения отходов в Калининградской области по нашему мнению необходимо:

1. Построить пятый полигон (возможно частный) для сбалансированного приёма ТБО и промышленных отходов.

2. Создать промплощадку в центральной части области для вывода отходоперерабатывающих предприятий из центральных городов области.

3. Организовать глубокую переработки вторичных отходов, свозимых со всех полигонов с получением сырьевой или товарной продукции.

Необходимость создания промплощадки обусловлена тем, что уже сейчас видно, что создаваемые полигоны не вместят увеличивающийся объём ТБО и промышленных отходов. Запланировано образование 400 000 тонн отходов, статистика дает 600 000 тонн, а будут ещё неучтённые объёмы на многих предприятиях. Построенный полигон под г. Советском предназначен только для твердых бытовых отходов, утилизация строительных и промышленных отходов остаётся белым пятном, что приведёт к появлению дополнительных несанкционированных свалок. Из-за отсутствия полигона центральная часть области вынуждена будет увеличивать

расходы на транспортировку отходов из-за увеличения расстояния вырастет нагрузка на прибрежные участки. Также более быстрое заполнение небольших участков полигонов приведет к необходимости поиска новых земель, которых в Калининградской области практически не осталось.

Вывод отходоперерабатывающих предприятий на автономную промплощадку приведет с одной стороны к улучшению окружающей среды городов. Так, например, в центральной части области (Гвардейский район) наблюдается меньшая загруженность жилым фондом, чем прибрежная зона, и имеет гораздо большие площади для развития индустрии переработки отходов, а создание отходоперерабатывающего кластера привлечёт инвестиции в производство. Второй вариант размещения промплощадки и полигона в п. Корнево Багратионовского района. Его преимущества - большая территория (в перспективе 98 га), наличие санитарной зоны более 1000 м, хорошие подъездные пути и дорога с малой интенсивностью движения, имеются свободные энергетические мощности.

И последний, но от этого не менее важный вопрос – формирования тарифа. В Калининградской области отсутствует тариф на переработку, есть только тариф на вывоз и захоронение отходов.

Если хотим создать отрасль и снять финансовое бремя с муниципалитетов, то необходимо вводить новое понятие обоснованного тарифа на переработку и захоронение без последствий для экологии области.

На сегодняшний день усреднённый тариф на захоронение отходов без принятия мер по уменьшению отходов по Калининградской области составляет 70 руб./м^3. (или 350 рублей за тонну). Сравнительные цены на полигонах других регионов, где присутствует оборудование по сортировке и происходит уменьшение нагрузки на полигоны: Московская область – 1000 руб./т, Кемеровская область 1580 руб./т, Европа (средняя цена) – 3200 руб./т.

Минимально возможный тариф для развития отходоперерабатывающей отрасли должен составлять – 200 руб./м^3 или 1000 рублей за тонну. Это тариф при условии внедрения электронного разделения отходов и увеличения глубины переработки до 50-70 %. Для того, чтобы не перекладывать дополнительные расходы на население с 2012 года в Калининградской области действует Единый кадастр отходов, в котором содержится информация о том, на каких предприятиях, какие отходы и в каких количествах образуются. Ведь сегодня только 2 % юридических лиц имеют заключенные и оплачиваемые договоры на захоронение отходов (не путать с договорами на вывоз ТБО).

Только комплексное решение по обращению с отходами в Калининградской области позволит уменьшить техногенную нагрузку на окружающую среду и сохранить природу. Причем этот комплекс мер не должен ограничиваться реализации областной целевой программы и данной концепции. Так как экологические проблемы в нашем регионе копились десятилетиями, то и решать их надо с нуля, начиная от мониторинга (вы-

явления мест хранения опасных отходов, таких как ртуть, пестициды, автошины) заканчивая нейтрализацией особо опасных отходов.

Во многом сложившаяся ситуация с промышленными отходами в Калининградской области – это расплата за бурный рост промышленного производства связанного с льготами ОЭЗ. Так как промышленная продукция, произведенная здесь, успешно реализована за пределами области, прибыль предпринимателями получена, а отходы остались здесь. Где-то в более цивилизованном виде вывезена на полигон, где-то варварским способом вывезена в поля или закопана (в одну из зим ко мне обратились журналисты, которые обнаружили в полях, покрытых снегом, горы отходов телевизионного производства в виде пенопласта. Вот таким циничным способом – белый пенопласт на белом снегу – телевизионщики «утилизировали» свои отходы. Мы тогда за свой счет вывезли на переработку оттуда несколько фур пенопласта).

УДК 658.567.1(470.26)

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ОТХОДОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

БАЛАНОВСКИЙ М.В., КОНДРАТЕНКО С.В.

Региональный Союз переработчиков отходов Калининградской области
г. Калининград
ФГБОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет»
г. Калининград

Послевоенная история развития системы обращения с отходами в Калининградской области делится на два периода, кардинально отличающихся друг от друга.

До начала 90-х годов в области сформировалось (в основном стихийно) большое количество свалок. В рамках их инвентаризации в начале 2000-х годов [1] в области было установлено более 160 действующих свалок, состояние которых не соответствовало санитарно-гигиеническим и экологическим требованиям. Самая крупная свалка рядом с областным центром была временно создана в 1978 г. рядом с водоемом высшей рыбохозяйственной категории – Калининградским заливом. Собранное у предприятий и населения вторичное сырье (стекло, бумагу, металл и др.) отправляли на переработку как на калининградские предприятия (целлюлозно-бумажные комбинаты), так и за пределы области (в Литву, Белоруссию). Специализированный полигон для хранения отходов I-II классов опасности не был создан, такие отходы отправлялись на полигон «Красный бор» в Ленинградской области.

90-е годы ознаменовались резким увеличением объемов образования ТБО и снижением объемов образования промышленных отходов. С появлением границ возможности вывоза за пределы области вторсырья ухудшились. Большинство целлюлозно-бумажных комбинатов закрылось. И практически разрушилась советская система сбора и переработки вторичного сырья. Попытки сформировать современную систему обращения с отходами в Калининградской области уходили на второй план на фоне других проблем области. Многочисленные международные проекты и национальные программы, которые реализовывались в области только констатировали усугубление проблемы – центральная свалка продолжала функционировать, отходы (в том числе и опасные) рассеивались в окружающей среде, планы по созданию новых полигонов наталкивались на отсутствие денег, подходящих площадок, протесты населения, волюнтаризм властей (лоббирование технологий, не соответствующих реалиям) и т.д. Предложения по формированию эффективной с экологической и экономической точки зрения системы управления отходами в области, основанными на анализе опыта соседних стран не получали поддержки.

И только в последние годы наблюдаются некоторые положительные подвижки в этой сфере. Так количество официально используемых свалок к 2011 г. сократилось до 31 [2]. В ближайшие годы предполагается ввести в эксплуатацию два новых полигона с мусоросортировочными комплексами. В рамках международного проекта BALTAZAR («Улучшение защиты Балтийского моря от основных угроз со стороны наземных источников загрязнения: сокращение нагрузки биогенов от сельского хозяйства и риска от опасных отходов») в 2011 г. было закуплено оборудование по переработке ртутьсодержащих отходов. Власти многих муниципалитетов озаботились ситуацией с формированием экологической безопасности при обращении с отходами производства и потребления под прессингом государственных надзорных органов.

В определенной степени природоохранная деятельность властей области стимулируется тем, что Россия является членом Хельсинской комиссии (ХЕЛКОМ) (www.helcom.fi), которая является руководящим органом Конвенции по защите морской среды региона Балтийского моря 1974/1992 гг.

ХЕЛКОМ в регионе Балтийского моря является:

- инициатором реализации экологической политики для района Балтийского моря посредством разработки общих экологических целей и мероприятий для их выполнения;
- экологическим центром по предоставлению информации о состоянии/тенденциях морской среды; эффективности предпринимаемых мер по ее защите; совместных инициативах и позициях, которые формируют основу для процесса принятия решений в рамках других международных форумов;

- органом для идентификации специфических потребностей Балтийского моря, разработки своих собственных Рекомендаций, а также дополнительных Рекомендаций к мерам, предпринимаемым другими международными организациями;
- органом надзора, предназначенным для обеспечения выполнения экологических стандартов всеми странами Балтийского моря и странами его водосборного бассейна;
- координационным органом, организующим многосторонние ответные действия в случае возникновения крупных морских инцидентов.

С 1980 года ХЕЛКОМ одобрил 200 рекомендаций по всем сферам деятельности в регионе Балтийского моря, в том числе 42 рекомендации, касающиеся загрязнения вредными веществами от наземных источников. Их тексты на английском языке доступны на сайте ХЕЛКОМ (www.helcom.fi), на русском языке – на сайте общественной организации «Экология и бизнес» (www.helcom.ru) и в «Сборнике рекомендаций Хельсинкской Комиссии» (2008 г).

И в рамках сотрудничества с ХЕЛКОМ Россия постоянно получает консалтинговую и финансовую помощь для развития системы обращения с отходами и осуществляет действия при собственном финансировании для выполнения принятых на себя обязательств в рамках Конвенции по защите морской среды региона Балтийского моря.

Другим стимулом для развития областной системы обращения с отходами являются предложения информационной и технической помощи от ряда европейских государств. Так, представители областных и муниципальных органов власти, государственных и частных компаний, работающих в сфере обращения с отходами, неоднократно выезжали в развитые европейские страны, где подробно знакомились с тем, как и за счет чего формируются системы обращения с отходами, дающие переработку до 95 % от всех производимых в стране промышленных и бытовых отходов.

Так в рамках совместного проекта были изучены элементы системы обращения с отходами в Кальмарском муниципалитете (Южная Швеция), где для инновационного развития региональной экономики активно используют кластерный подход и технопарки. На основе анализа опыта шведов были разработаны рекомендации для использования таких инструментов в создании эффективной (в том числе инновационной) системы обращения с отходами в Калининградской области [3].

Их использование именно в Калининградской области диктуется следующими основными причинами.

1) Наличие у области внешних государственных границ. Как известно, получение разрешительной документации на обращение с отходами в нашей стране до последнего времени было весьма сложным делом. А трансграничное перемещение отходов еще осложнялось дополнительными согласованиями как с российскими ведомствами, так и с ведомствами стран транзита. Кроме того, как показывает новейшая

история Калининградской области, политические взаимоотношения с соседями периодически отражаются и на возможностях пересечения границ. Тем более с таким грузом, как отходы. Но и в таких условиях калининградские предприниматели наладили вывоз из области в страны Европы некоторые виды отходов – макулатуру, полиэтилен, аккумуляторные батареи, измельченную древесину, цветные и черный металл. Однако наличие собственной автономной системы максимальной утилизации образующихся отходов сможет минимизировать риски возникновения экологических и экономических проблем в регионе из-за ситуации на границе.

2) Высокая плотность населения и развитое сельское хозяйство долгое время не позволяли найти участки земли для размещения полигонов под отходы. И использование проектируемых и строящихся полигонов должно предусматривать максимально длительный период. Соответственно, из образующихся в области отходов необходимо извлекать максимальный объем сырья и отправлять его на переработку или в самой области или в соседних странах. А для этого следует создавать в области соответствующие технологии переработки (такие наннотехнологии, которые при небольших объемах переработки позволяли бы такую переработку делать рентабельной), систему организационных подходов и экономических стимулов.

3) Климатические условия (большой объем осадков) и геологическая обстановка (проницаемые грунты и высокий уровень грунтовых вод) предъявляют высокие требования к проекту полигона отходов, наличию очистных сооружений для фильтрата.

На наш взгляд, именной в этой сфере деятельности в Калининградской области необходима максимальная инновационность. И технопарк, который по определению является одним из инструментов создания инновационной сети и мог бы связать научные разработки с непосредственным их применением в производстве, здесь был бы очень кстати. Однако предложения по созданию в Калининградской области экологического технопарка пока не находят поддержку в административных кругах.

Зато кластерное развитие отходперерабатывающей отрасли в регионе уже наблюдается. Как известно, кластер в экономике – это сконцентрированная на некоторой территории группа взаимосвязанных компаний: поставщиков оборудования, комплектующих и специализированных услуг; инфраструктуры; научно-исследовательских институтов; вузов и других организаций, взаимодополняющих друг друга и усиливающих конкурентные преимущества отдельных компаний и кластера в целом.

Конечно, называть кластером те организации, которые занимаются переработкой отходов в Калининградской области еще нельзя, но в совокупности с вузами и проектными организациями, с которыми они уже сотрудничают, можно говорить о формировании кластера. Причем его фор-

мирование определяется не административной инициативой, а пониманием участников данного бизнеса необходимости сотрудничества.

Одним из результатов такого сотрудничества стало создание Регионального Союза переработчиков отходов Калининградской области (РСПОКО).

Отраслевая некоммерческая организация «Региональный Союз переработчиков отходов Калининградской области» в настоящий момент объединяет 23 организации – членов Союза и более тридцати предприятий в той или иной форме взаимодействующих с Союзом, участвующих в акциях и мероприятиях Союза. Союз представлен во всех сегментах обращения с отходами, начиная от транспортировки и заканчивая переработкой или захоронением.

В качестве одной из основных проблем, которую Союз пытается решить совместно со всеми заинтересованными сторонами, является вопрос переработки промышленных отходов. Дело в том, что сегодня региональные и муниципальные власти уделяют достаточно много внимания вопросу обращения с бытовыми отходами: в рамках областных программ строятся современные полигоны, формируются правовые механизмы, осуществляется контроль за санитарным состоянием территорий, разрабатываются схемы санитарной очистки. Но в случае с промышленными отходами оказывается, что предприятие, их производящее, должно не только самостоятельно найти организацию, которая примет отходы для утилизации или переработки, но, кроме того, проверить наличие у данной организации всей необходимой разрешительной документации, а также продумать и организовать логистику вывоза отходов.

Безусловно, бизнес не должен взваливать свои проблемы на плечи государства, а, значит, налогоплательщиков. Для решения своих вопросов он должен самоорганизовываться и сообща преодолевать трудности. Именно для этого был создан Союз. Сегодня, осуществляя координацию между членами, данная организация помогает предприятиям вовлекать всё большее количество отходов в цивилизованный оборот. Информация о переработчиках отходов становится общедоступной, ей пользуется широкий круг лиц, начиная от профессиональных экологов и сотрудников органов власти, заканчивая простым гражданам, которым небезразлична окружающая среда.

К сожалению, невзирая на некоторые успехи, Союзу пока не под силу без помощи власти решить проблему безопасной утилизации некоторых видов отходов. Например, в Союз обратилась организация с просьбой утилизировать 18 тонн масложировых отходов, загрязненных химическими реактивами. Раньше существовало предприятие по переработке масложировых отходов, но из-за низкой рентабельности и невозможности вывезти продукты переработки – моющие средства – его пришлось закрыть. Другому предприятию нужно утилизировать 24 тонны кетчупа, зараженного кишечной палочкой, который можно вывезти для захоронения на специ-

альные полигоны в Россию, однако стоимость транспортировки слишком велика. Кроме того, по нашим подсчетам только на специализированных площадках в Калининграде находится более одной тонны ртути, вывоз которой из области значительно затруднен. То же самое касается пестицидов, которые горами лежат в местах проживания людей; медицинских отходов, которых образуется около 700 тонн в год, а легально уничтожается только 20 тонн, а остальное сжигается в не предназначенных для этого печках или выбрасывается как обычные ТБО и др.

Другая проблемная ситуация состоит в том, что в России действует многолетняя программа по энергосбережению и энергоэффективности, неотъемлемой частью которой должна быть безопасная утилизация энергосберегающих и люминесцентных (ртутьсодержащих) ламп. Если предприятия и учреждения Калининграда по муниципальной программе РСО сдают на переработку, то приём отработанных ламп у населения управляющие компании уже год назад должны были обеспечивать сами. В результате в 2011 г. от населения было принято на утилизацию 4 лампы. В то же время за полгода действия организованной Союзом специальной акции было собрано более восьми тысяч ламп и более двухсот килограмм батареек.

Следующее направление деятельности РСПОКО – участие в разработке областной программы утилизации токсичных промышленных отходов. Отсутствие такой программы и контроля её выполнения позволяет недобросовестным предпринимателям варварским образом обращаться с отходами данной категории, в том числе – опасными, что в ряде случаев фактически приводит к росту заболеваемости среди населения тех муниципальных образований, где функционируют подобные предприятия. В частности, рост онкологии и общих заболеваний происходит в наиболее развитых промышленных районах – Калининграде, Светловском городском округе, Ладушкине, Мамоново.

В качестве примера сильнейшего загрязнения окружающей среды можно указать на заводы, расположенные в черте г. Калининграда, в посёлке Прибрежный, которые, в том числе, занимаются переплавкой отработанных аккумуляторов, а такие мощные канцерогены как свинец и окислы свинца, содержащиеся в электролите, являются отходами данного производства. Исходя из комплексного изучения проблемы обращения с отработанными аккумуляторами члены РСПКО пришли к выводу, что только в Прибрежном ежегодно сливается до 200 тонн такого электролита. Всего же ежегодно в Калининградской области в почву и водоёмы сливается от 1500 до 3000 тонн электролита из отработанных аккумуляторов. Конечно, введение в действие областного кадастра отходов, разработкой которого сегодня занимается региональная служба по экологическому контролю и надзору, поможет нормализовать ситуацию в сфере обращения с опасными промышленными отходами. Но требуются и более глобальные стратегические меры.

Кроме создания программы обращения с промышленными отходами необходима реализация инфраструктурных проектов, связанных с решением данных вопросов. Эти проекты можно реализовать, не привлекая каких-то больших финансовых средств. Например, управляющие компании обязаны организовать сбор ртутьсодержащих отходов (РСО) от населения, но пока не делают этого. Для эффективной работы, на наш взгляд, достаточно расставить контейнеры для сбора РСО в помещениях управляющих компаний и заключить договор на их вывоз со специализированной организацией на конкурсной основе, например, с ООО «Синтез ЛТД». Наладить данный процесс – задача администраций районов. На деньги, полученные от управляющих компаний, специализированная организация сможет оплатить транспортировку накопленных объёмов ртути на переработку или захоронение за пределы Калининградской области, при условии, что саму транспортировку помогут организовать региональные власти, так как силами одного предприятия это в настоящие время невозможно.

Что касается пестицидов, то входящее в Союз ООО «ПЭК-«Ленхиммаш» проводило мониторинг размещения пестицидов по трём районам Калининградской области и выявило десятки мест их размещения в жилых районах, в объёмах нескольких сот тонн. Для решения этой проблемы они предложили создать сеть площадок по накоплению пестицидов для их дальнейшей утилизации. Там, где собственника отходов установить невозможно, сбор и оплату за утилизацию могло бы оплатить государство. Соответственно при наличии собственника, за утилизацию платит он сам. Кроме того, ООО «ПЭК-«Ленхиммаш» может обеспечить безопасную транспортировку за пределы Калининградской области для последующего захоронения, а ООО «Универсальные технологии» может безопасно сжечь эти отходы здесь.

В свою очередь для поддержки переработчиков отходов, которые производят товарную продукцию, необходимо создать механизм квотирования на приобретение их товаров для государственных нужд. Такие предприятия в Союзе есть. Например, ООО «Олимп-Дизайн» производит современные кровельные наплавляемые и гидроизоляционные материалы. Основой для производства являются битумосодержащие кровельные отходы, которые образуются в ходе капитального ремонта мягких кровель. Помимо этого в процессе производства используются еще 9 видов полимерных отходов. Данная технология не имеет аналогов, так как разработана и внедрена непосредственно на предприятии.

ООО «Ресурсы Севера» выпускают тротуарную плитку для любых климатических условий из отработанных автомобильных покрышек. ООО «Димакс» также из отработанных покрышек и масел производит печное топливо. ООО «Золотой ресурс» – арболитовую плитку, используя при этом стеклобой, а также отходы древесины и текстиля.

При условии обязательного квотирования на продукцию местных переработчиков отходов у предприятий появится стимул развивать собст-

венные производства, расширять сегменты перерабатываемых отходов, а также ассортимент производимой продукции. Учитывая то, что переработка отходов в товарную продукцию это высокотехнологичная отрасль, то её развитие повлечет за собой создание высококвалифицированных рабочих мест.

Таким образом, для сохранения жизни и здоровья жителей Калининградской области необходимо создавать современную и эффективную систему обращения с отходами производства и потребления, частью которой может стать кластер переработчиков отходов, а инновационным и координирующим центром развития такой системы мог бы стать экологический технопарк. Одним из участников создания таких элементов системы обращения с отходами мог бы выступить Региональный союз переработчиков отходов Калининградской области.

Библиографический список

1. Материалы проекта ТАСИС (2003-2004). Поддержка управления отходами в Калининградской области.
2. Доклад «Об экологической обстановке в Калининградской области в 2011 году». – Правительство Калининградской области, 2012 г. – 164 с.
3. Руководство по обращению с отходами / Проект INTERREG III B «Совершенствование системы управления с отходами». – Калининград, 2009. – 56 с.

УДК 666.76:658.567.1

ООО «СМЦ» – ПРОИЗВОДСТВО ОГНЕУПОРОВ, СЕРВИС ОГНЕУПОРНЫХ РАБОТ, РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ ОГНЕУПОРОВ

КАРИМОВ С. М.

ООО «СМЦ»
г. Новокузнецк

ООО «СМЦ» – образовано 01 октября 2007 года на базе Смоломагнезитового цеха ОАО «ЗСМК» и является единственным масштабным производством формованной и неформованной огнеупорной продукции в регионе одновременно осуществляющее сервисные огнеупорные работы.

Основным потребителем продукции и услуг в 2007 году являлся ОАО «ЗСМК». К 2012 году в число потребителей продукции ООО «СМЦ» вошли заводы ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», предприятия группы РУСАЛ, объекты энергетики и угольной промышленности Кемеровской области – Кузбассэнерго, МЕЧЕЛ, СДС, БЕЛОН, СУЭК, металлургические заводы Украины.

ООО «СМЦ» использует существующие и разрабатывает новые технологии по рециклингу огнеупорных отходов промышленности.

Разработка новых технологий по использованию отходов огнеупоров обусловлена, прежде всего, эколого-экономическими факторами. Во-первых, значительным ростом цен на природные заполнители, во-вторых, обострением экологической обстановки в Кузбассе в результате наращивания накопления промышленных отходов в том числе:

✓ отсутствием в Сибири промышленно используемых запасов огнеупорного сырья и, соответственно, производств по выпуску огнеупорных материалов, при этом потребности в данных материалах весьма велики.

✓ накоплением промышленных отходов, значительная часть которых может быть подвергнута рециклингу, и практически полностью утилизирована.

✓ затраты по производству отдельного сортамента огнеупорных материалов из вторичного сырья, при соответствующем подходе, могут быть менее затратные, чем при использовании природного сырья.

Таким образом, ООО «СМЦ» рассматривает промышленные отходы огнеупоров как стабильную сырьевую базу для производства высококачественных огнеупоров, а так же дешевых строительных материалов.

В настоящее время ООО «СМЦ» перерабатывает *до 1500 тонн/месяц отходов огнеупоров* при изготовлении огнеупорных изделий, при этом значительно сокращает объем накопления отходов огнеупоров на территории города Новокузнецка.

Компания ООО «СМЦ» осуществляет свою деятельность в трех направлениях:

1. производство – выпуск огнеупорной продукции;
2. сервис – предоставление услуг огнеупорных работ и механомонтажных работ;
3. экология – прием огнеупорного лома на переработку и утилизацию.

Производство

Производство основано на использовании, как высококачественных составляющих, так и предусматривает использование вторичных огнеупоров в отдельных случаях без снижения потребительских качеств.

Совершенствование технологии, использование нового оборудования, сырья позволило нам расширить ассортимент и повысить качество выпускаемой продукции.

В настоящее время ООО СМЦ» осуществляет выпуск следующей продукции:

– подварочные изделиия и торкретмассы для горячего ремонта футеровки конверторов;

– монолитные огнеупорные изделия, высокотехнологичные изделия, изготовленные методом вибролитья;

– выпуск пластичных масс и сухих смесей;

– товарные огнеупорные порошки общего и специального назначения (заполнители, засыпки, мертеля), на основе материалов переработки огнеупорного лома. Мощность участка дробления и сортировки огнеупорного боя позволяет перерабатывать до 1500 тонн огнеупорного боя в месяц;

– флюсовые материалы для использования в конверторах. Мощность данного участка позволяет производить до 1500 тонн флюсов ежемесячно, перспектива предусматривает расширение производства, как по объему, так и по сортаменту производимой продукции.

– промывочные брикеты для работы доменных печей

угледобыча и энергетика	воздухонагревательные установки, котлы, топки сушильных отделений
металлургия	желоба и фурменные приборы доменных печей, чугуновозные ковши и передвижные миксера, конвертера, нагревательные печи прокатных станов
коксохимия	коксовые батареи, камеры УСТК, топки сушильных отделений углеподготовительных цехов

В дополнение к основному виду деятельности осуществляется:

- организация поставок огнеупорных и теплоизоляционных материалов;
- выполнение сопутствующих теплоизоляционных и механомонтажных работ;
- промывка трубных систем и теплообменников, котельных установок;
- предоставление инжиринговых услуг.

Экология

ООО «СМЦ» входит и принимает активное участие в деятельности Кузбасской ассоциации переработчиков отходов, целью которой является содействие развитию отходоперерабатывающей отрасли в Кемеровской области.

Компания осуществляет прием отходов огнеупоров для использования на основании лицензии по обращению с отходами. Экологически направленная деятельность предприятия обеспечивает очистку региона от отходов, снижению потребления природных ресурсов, вовлечению дополнительных трудовых ресурсов в производство, что обеспечивает развитие экономики области.

Так с октября 2007года ООО «СМЦ» не только обеспечило работой принятые переводом 70 человек с исполнением социальных гарантий, но и организовало более 250 новых рабочих мест.

В ниже приведенной таблице указан перечень продукции, изготавливаемой ООО «СМЦ» на основе отходов огнеупоров

Наименование продукции	Область применения
Мертели огнеупорные алюмосиликатные МШ	применяются для связывания алюмосиликатных изделий в огнеупорной кладке различных тепловых агрегатов
Заполнители огнеупорные ЗШБу	Применяются для изготовления огнеупорных бетонных изделий, масс, смесей, мертелей для кладки, покрытий
Порошки периклазохромитовые, хромитопериклазовые ППХТ	Применяются для изготовления огнеупорных масс, смесей, мертелей для кладки периклазовых и хромитопериклазовых изделий
Порошки шамотные из боя алюмосиликатных изделий и массы. ПШКу, ПШТу	Предназначены для изготовления огнеупорных растворов масс и смесей
Стартовая смесь ССЗ	Предназначена для заполнения канала стакана сталеразливочных ковшей при выпуске стали
Огнеупорные фасонные изделия	Для ремонта, монтажа тепловых агрегатов металлургического производства и теплоэнергетики
Промывочные брикеты	Для промывки горнов доменных печей

Основные принципы предприятия – развитие компании на основе достижений отечественной и зарубежной науки, техники с обязательным внедрением современных наилучших доступных технологий и положительного опыта, имеющегося в отрасли включая минимизацию производственных экологических рисков и рациональное использование природных ресурсов.

ООО «СМЦ» стабильно развивается, о чем свидетельствует рост выпускаемой продукции, объем оказанных сервисных услуг и рециклинг отходов:

Период	Средняя численность	Производство	Сервис услуг	Экология. Рециклинг
	человек	тонн/год	тыс. руб/год	тонн/год
2008	99	20 000	5 372,5	6 000
2009	134	15 000	8 788,8	6 000
2010	195	26 000	19 729,8	13 000
2011	317	47 500	98 176,9	14 000
2012 (1 полугодие)	339	25 000	84 444,8	8 300

УДК 658.567.1:332

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ООО «ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР» ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ

МАКАРЧУК В. В.

ООО «Экологический региональный центр»
г. Новокузнецк

Общество с ограниченной ответственностью «Экологический региональный центр» – инновационное предприятие, резидент Кузбасского технопарка. Предприятие создано в 2004 г. в рамках программы «Старт», реализуемой Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере Правительства РФ.

Основным видом экономической деятельности ООО «Экологический региональный центр» является обработка неметаллических отходов и лома. Дополнительными видами деятельности являются:

– научные исследования и разработки в области естественных и технических наук;

– производство изделий из дерева, бумаги и картона, резины, пластмасс.

Предприятие имеет лицензию на осуществление деятельности по сбору, транспортировке, использованию, обезвреживанию и размещению более 100 видов отходов 1-4 классов опасности.

Предприятие осуществляет следующие виды производственной деятельности:

1) Сбор и вывоз твердых бытовых отходов от предприятий и населения с использованием специализированных грузовых автомобилей и мусоровозов – организовано за счет собственных средств.

2) Производство макулатуры 4 сортов с использованием вертикальных и горизонтальных прессов различной производительности – создано за счет собственных средств.

3) Производство вторичных полимеров (гранулы) с использованием линии грануляции экструдерного типа – создано за счет собственных средств и займа Государственного Фонда по поддержке предпринимательства Кемеровской области.

4) Производство декоративной мульчи «ЭкоФибс», «ЭкоКора» 12 цветов на основе древесных отходов – создано за счет собственных средств.

5) Обезвреживание ртутьсодержащих ламп и отходов – создано за счет собственных средств, начато в 2012 г.

В рамках Программы «Старт» предприятием проведены научные исследования, в результате которых разработаны и запатентованы состав и способ получения инновационной продукции – комплексных синтетиче-

ских флюсов для черной металлургии и цементной промышленности на основе фторуглеродистых отходов алюминиевой промышленности, создана опытная установка, получены и испытаны опытные партии продукции. За счет собственных и заемных средств Государственного Фонда по поддержке предпринимательства Кемеровской области в 2011 г. приобретено технологическое оборудование для промышленного производства синтетических флюсов. Оборудование включает мобильный дробильно-сортировочных комплекс, обеспечивающий возможность переработки фторуглеродистых отходов непосредственно на территории отвалов алюминиевых заводов, в первую очередь Новокузнецкого алюминиевого завода. Разработанная технология обеспечивает получение из техногенного сырья уникальных сырьевых материалов для металлургии и цементной промышленности, обеспечивающих замену дорогостоящего природного сырья (плавиковый шпат) и энергоносителей (кокс, уголь), и обезвреживание и уничтожение в высокотемпературных агрегатах фторуглеродистых отходов алюминиевой промышленности. Созданный мобильный комплекс будет использоваться также для переработки строительных отходов с получением щебня.

В 2011 г. предприятием произведено из отходов 1200 т макулатуры, 65 т пластмассовых гранул, около 100 м^3 декоративной мульчи. В 2012 г. планируется также переработать 150 000 ртутных ламп, в том числе энергосберегающих, и около 1 000 т отходов Новокузнецкого алюминиевого завода. В результате реализации новых проектов и расширения производственной деятельности в 2011 г. численность работающих на предприятии увеличилась на 28 %.

УДК 662.816

ОПЫТ ООО «СИБЕРЦ» ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Аникин А.Е., Волынкина Е.П., Рязанова Н.В., Широких О.А., Глухова Ю.Ю., Шперлинг П.С.

ФГБОУ ВПО СибГИУ
г. Новокузнецк

Процесс обработки и переработки древесины во всех производствах связан с получением большого количества отходов. К древесным отходам относятся пни, горбыли, обрезки, корни, ветви, рейки, вершины, древесная пыль, опилки, листья, кора и луб, стружка [1]. Начиная с первой стадии – рубки леса и вывоза хлыстов, и кончая последней стадией – обработкой древесины, процесс сопровождается образованием отходов, которые не используются в дальнейшем производстве, а просто бросаются на месте вырубки леса, вывозятся на полигоны твердых бытовых и промышленных отходов либо на несанкционированные свалки, тем самым нанося ощути-

мый урон окружающей природной среде. Объем отходов не только соизмерим с объемом получаемой товарной продукции, но зачастую и превосходит его [2].

Из всей массы образующихся древесных отходов в другие отрасли промышленности отправляется примерно от 20 % до 30 %, небольшая часть остается на самом предприятии и служит удовлетворению его нужд или используется в виде топлива, тогда как остальные отходы направляются в отвалы.

В то же время, в настоящее время существует много направлений использования крупнокусковых и мелких древесных отходов: производство древесного угля, производство топливных брикетов, производство пеллет, производство строительных материалов, газификация, производство технологической щепы, получение искусственной древесины и т.д. [3].

Однако до сих пор существуют некоторые трудности в решении задач по эффективному использованию древесных отходов. Самой главной проблемой комплексного их применения в промышленности является отсутствие эффективной организационной системы сбора и переработки сырья низких сортов качества, поскольку это напрямую касается преобразования форм потребления древесины, ставших традиционными.

Еще одна проблема – это координация движения вторичных ресурсов, поскольку важны не только технологии и производственные мощности переработки отходов деревообработки, но и налаженные графики поставок древесных отходов на перерабатывающие предприятия.

Для того чтобы снизить себестоимость основной продукции из древесины, необходимо добиваться уменьшения отходов в основном производстве и максимально использовать получающиеся отходы для производства других видов товарной продукции.

Одним из наиболее универсальных методов утилизации древесных отходов в настоящее время является производство топливных брикетов.

Главная цель брикетирования – это концентрация в минимальном объеме горючей составляющей древесной биомассы. Брикетирование сыпучих древесных отходов (в первую очередь, опилок) осуществляется методом прессования с использованием связующих веществ или без их использования. Более широко применяется брикетирование без использования связующих веществ.

Виды топливных брикетов классифицируются по двум признакам:

1. По сырью, из которого они изготовлены. Здесь выделяют брикеты из древесных отходов, брикеты из агробиомассы и брикеты из прочих материалов.

2. По способу прессования и форме: экструдерные (Pini&Kay), цилиндрические (Nestro) и в виде кирпичика (RUF) (рисунок 1). Способы производства каждого из этих брикетов разные. Технологически легче изготовить Nestro и RUF.

а) б) в)

а) – Pini&Kay; б) – Nestro; в) – RUF

Рисунок 1 – Виды топливных брикетов

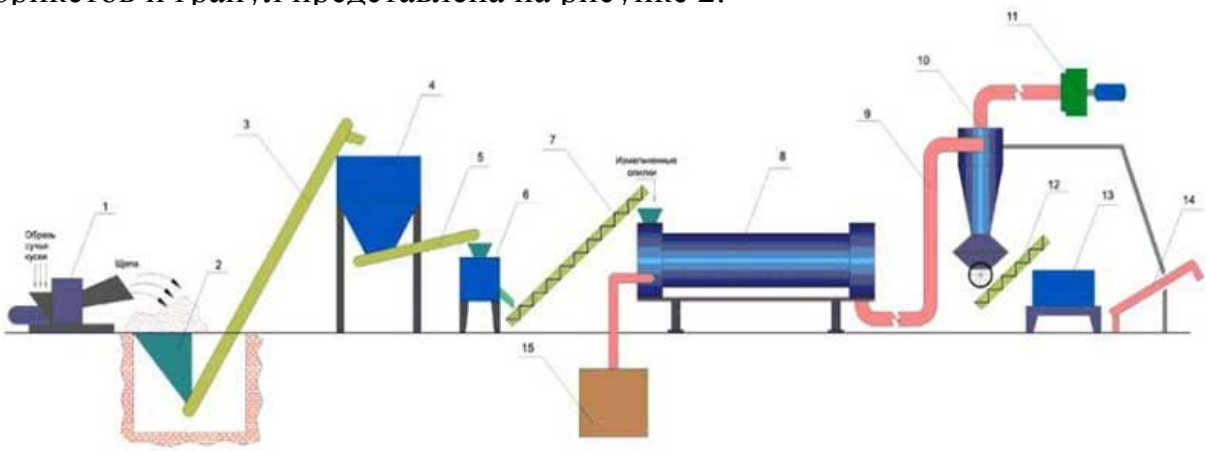
Весь процесс производства топливных брикетов из древесных отходов можно разделить на следующие этапы:

1. Измельчение сырья. Чтобы изготовить топливные брикеты, необходимо сырье мелкой фракции, поэтому некоторые виды отходов необходимо предварительно измельчить. Например, шелуха подсолнечников может сразу подвергаться прессованию, а такие древесные отходы, как щепа или кора, необходимо предварительно измельчать.

2. Сушка сырья. Качество топливных брикетов, а также производительность оборудования зависят от влажности исходного сырья. Оптимальной для производства брикетов Pini&Kay считается влажность, не превышающая 12 %, для брикетов Nestro и RUF, а также гранул (пеллет) – не превышающая 18 %. Если показатели влажности превышают нормативные, то сырье не гранулируется и не брикетируется, поэтому пропускать этап сушки можно только в случае использования очень сухих отходов, например, шелухи подсолнечника или отходов мебельного производства.

3. Прессование. Это непосредственное изготовление брикета или гранулы на специальном оборудовании.

Принципиальная технологическая схема производства топливных брикетов и гранул представлена на рисунке 2.



1 – машина рубильная; 2 – бункер транспортера; 3 – транспортер; 4 – расходный бункер; 5 – транспортер; 6 – дробилка; 7 – транспортер; 8 – сушилка; 9 – материалопровод; 10 – циклон; 11 – вентилятор; 12 – транспортер; 13 – пресс брикетирующий (пресс гранулирующий); 14 – охлаждающий транспортер; 15 – теплогенератор

Рисунок 2 – Принципиальная технологическая схема производства топливных брикетов и гранул

Для измельчения древесных отходов используются дробилки. Они бывают разных типов: роторные, барабанные, дисковые, молотковые.

В роторных дробилках принцип действия основан на использовании центробежной силы, которая создается непрерывно вращающимся ротором. Благодаря этому материал разбивается о расположенные на самом роторе и на стенках камеры молотки, за счет чего и происходит измельчение. Целевое назначение роторных дробилок – измельчение малоабразивных материалов.

В барабанных дробилках отходы измельчаются в щепу вращающимся барабаном в виде цилиндра или двух усеченных конусов. На барабане установлены режущие ножи. Ножи могут быть укреплены как на поверхности барабана, так и в его теле. Если конструкция ножевого барабана монолитная, щепа удаляется через подножевые пазухи. Если барабан полой конструкции, щепа сначала поступает внутрь барабана, а затем удаляется через его торцевую часть.

В дисковых дробилках щепа измельчается вращающимся диском с радиально расположенными на нем режущими ножами. В зависимости от конструкции ножевого диска машины могут быть с плоским или профильным дисками, мало- или многоножевыми. Так же, как и в барабанных машинах, крепление ножей в дисковых машинах может быть периферийным или внутренним.

Молотковые дробилки щепы являются разновидностью дробильных установок ударного действия. Их применяют на всех стадиях дробления древесных отходов, вплоть до помола. Предназначены они для дробления крупнофракционной древесной щепы с влажностью, при которой не происходит забивание сит. Со снятыми ситами дробилка может применяться для дробления материалов с повышенной влажностью.

Следующий этап производства топливных брикетов невозможен без сушильного оборудования. Для сушки исходного сырья применяют следующие виды сушилок: барабанную сушилку, аэродинамический измельчитель-сушилку (диспергатор), ленточную сушилку, аэрофонтанную сушилку.

В барабанной сушилке сушка опилок происходит внутри вращающегося барабана, по периметру которого внутри расположены лопатки, по мере вращения захватывающие и пересыпающие материал. Вдоль оси внутри барабана продувается горячий воздух. Сырые опилки подаются в один конец барабана, непрерывно перемешиваются в потоке горячего воздуха и перемещаются, по мере подсыхания, к противоположному концу, откуда происходит их выгрузка.

Аэродинамический измельчитель-сушилка (диспергатор). Диспергирование и сушка древесных отходов осуществляются в диспергаторе. Вращающийся ротор с радиальными лопатками создает в аппарате вихревое движение воздуха. Сепарация готового продукта из аппарата осуществляется таким образом, что выносятся мелкие и сухие частицы, а крупные

и влажные находятся в диспергаторе до завершения сушки и измельчения. Сушка материала обеспечивается интенсивным тепло-массообменом. Также процесс сушки ускоряется в связи с интенсивным трением плотного слоя частиц друг о друга при движении в аппарате с высокой окружной скоростью.

Ленточные сушилки применяются для сушки сыпучих и волокнистых материалов. Высушиваемый материал движется по бесконечной ленте (или на нескольких последовательно расположенных лентах), натянутой между ведущим и ведомым барабанами. Сушка осуществляется горячим воздухом или топочными газами, движущимися вдоль лент или в перекрестном токе.

Аэрофонтанная сушилка работает при температуре осушающего агента 120-150 °С, что исключает опасность возгорания высушиваемых частиц. Сушка материала в аэрофонтанной установке обеспечивается интенсивным тепло-массообменом.

Дробильные и сушильные устройства одного вида можно применить к разным видам топливных брикетов и пеллет, а пресса применить к одним и тем же видам топливных брикетов нельзя. Поэтому рассмотрим их для каждого вида брикетов отдельно.

В целом, процесс брикетирования – это процесс сжатия материала под высоким давлением, с выделением температуры от силы трения или от внешнего источника. За счет данного воздействия в древесине происходит выделение лигнина, который является связующим веществом для формирования брикета. Технология производства топливных брикетов общая для всех видов, но она отличается последним этапом – этапом прессования. Суть процесса не меняется, получается прессованные, готовые брикеты, но используются разные пресса. Для производства древесных брикетов применяют поршневые, шнековые, ударно-механические, и гидравлические прессы.

Брикеты Pini&Kay имеют форму четырех-, шести- или восьмиугольников с отверстием посередине (для улучшения отвода дымовых газов при горении). Изготовление брикетов производится экструдерным способом с помощью шнека при одновременном нагреве поверхности брикета ТЭНами. В отличие от брикетов Nestro и RUF, при изготовлении брикетов Pini&Kay сырье подвергается не только обработке давлением, но и термической обработке. Температура термообработки находится в пределах 250-350 °С. Благодаря этому края брикетов оплавляются. Это позволяет получить брикеты, которые устойчивы к влаге и механическим воздействиям. Готовые брикеты, выходящие из пресса, или нарезают торцовочной пилой на отрезки определенного размера, чаще всего 250-300 мм, или специальным устройством (колесо-ломатель или пневматический отсекатель) ломают на отрезки такой же длины. Брикет устойчив к механическим повреждениям, на открытом воздухе под навесом практически не подвержен

влиянию влаги. Имеет максимальную продолжительность горения и теплоту сгорания среди всех видов топливных брикетов.

Брикеты Nestro представляют собой круглые цилиндры произвольной длины, изготовленные, как правило, из достаточно крупных частиц. После сушки сырье поступает в ударно-механический пресс, где при высоком давлении оно сжимается, вследствие чего за счет трения между частицами происходит нагревание, полимеризация лигнина, который после остывания скрепляет брикет. Далее брикет разделяется на равные части, остывает и поступает на линию упаковки. После упаковки брикет может поставляться потребителю. Преимущества брикетов Nestro: низкая стоимость оборудования для их производства и, как следствие, низкая себестоимость. Недостатки: довольно легко крошатся и ломаются, имеют наименьшую теплоту сгорания и сгорают быстрее других видов топливных брикетов. Формой круглые топливные брикеты напоминают обычные колотые дрова, что делает удобным их использование в обычных печах, каминах и котлах. Эти брикеты бывают диаметром 50-90 мм, длиной 50-100 мм. Брикеты Nestro не устойчивы к влаге, поэтому для них нужна хорошая упаковка. Упаковываются обычно в мешки.

Брикеты RUF – это топливные брикеты прямоугольной формы (форма кирпичиков), изготовленные из сильно спрессованных очень мелких частиц (практически из древесной пыли) на гидравлическом прессе с опорой на неподвижную плиту. Очень удобны в складировании и использовании, имеют высокую теплоту сгорания и способны несколько часов тлеть, поддерживая заданную температуру. Но из-за более дорогого способа производства брикеты RUF имеют высокую себестоимость. Однако, при сравнении с брикетами Nestro, стоимость единицы тепла у брикетов RUF получается меньше.

Для решения актуальной проблемы переработки древесных отходов на территории Кемеровской области была проведена научно-исследовательская работа по определению возможности получения топливных брикетов из отходов деревообрабатывающей промышленности. В ходе работы нами была проведена серия из 8 опытов. Для изготовления топливных брикетов были использованы хвойные опилки (сухие и влажные), в качестве связующего вещества применялась меласса.

Параметры брикетирования: давление прессования 200-400 кгс/см^2; доля связующего (мелассы) в смеси 5-10 %; влажность опилок 7-40 %; гранулометрический состав опилок 0,1-1 мм и 0,2-1 мм.

Методика проведения эксперимента (для неизмельченных опилок): взвешивание опилок; перемешивание опилок с мелассой; укладка полученной массы в пресс-форму; прессование смеси на гидравлическом прессе П-250; извлечение готового брикета из пресс-формы; сушка полученных брикетов при комнатной температуре в течение двух недель; испытание двух высушенных брикетов на сопротивление сбрасыванию (с высоты

1,8 м), оставшихся двух брикетов – на испытание механической прочности на сжатие на лабораторном гидравлическом прессе [4].

Для измельченных опилок первым пунктом в методике идет измельчение сырья в виброистирателе в течение одной минуты.

Серия опытов была проведена с использованием метода математического планирования эксперимента [5]. В таблице 1 приведены уровни факторов и интервалы их варьирования. В качестве отклика была выбрана качественная характеристика брикетов – количество сбрасываний до разрушения.

Таблица 1 – Уровни факторов и интервалы варьирования

Факторы	Уровни факторов			Интервал варьирования
	– 1	0	+ 1	
x_1 – влажность опилок, %	7	23,5	40	16,5
x_2 – гранулометрический состав, мм	0,1-1	0,15-1	0,2-1	0,05
x_3 – количество связки, %	5	7,5	10	2,5
x_4 – давление прессования, кгс/см^2	200	300	400	100

В серии опытов была реализована полуреплика плана полного факторного эксперимента 2^{4-1} с определяющим контрастом $1 = x_1 x_2 x_3 x_4$.

В результате математической обработки опытных данных было получено следующее уравнение регрессии, адекватное в рассматриваемой экспериментальной области:

$$y = 3,75 – 2,25x_1 + 1,5x_4 – 1,5x_1x_4$$

При анализе уравнения регрессии обращает на себя внимание факт, что наиболее сильное воздействие на результаты брикетирования опилок оказывают влажность и давление.

Наилучший результат показал опыт, в котором были использованы неизмельчённые опилки влажностью 7 %, количество связующего 5 %, давление прессования 400 кгс/см^2. В результате проведения испытаний были получены следующие значения качественных характеристик брикетов: прочность на сжатие > 170 кгс/см^2, количество сбрасываний до разрушения – 10 раз.

Таким образом, в работе показана возможность получения прочных топливных брикетов из отходов деревообрабатывающей промышленности.

Для реализации проекта по переработке древесных отходов на территории Кемеровской области 22 апреля 2010 г. в рамках реализации Федерального закона № 217 от 02.08.2009 г., разрешающего высшим учебным заведениям создавать хозяйственные общества, было создано общество с ограниченной ответственностью «Сиберц» (ООО «Сиберц»).

Цель создания ООО «Сиберц» Сибирским государственным индустриальным университетом – практическое внедрение и коммерциализация результатов интеллектуальной деятельности путем создания производства инновационной продукции – новых видов бытового и технологического топлива на основе органосодержащих отходов, таких, как каменноугольная мелочь (отсевы угля, пыли и шламы углеобогатительных фабрик), отходы

деревообработки, отходы агропромышленного сектора, органические компоненты твердых бытовых отходов (ТБО) и др.

Деятельность предприятия направлена на производство новых видов вторичного топлива, обеспечивающих снижение расхода природных энергоресурсов в быту и промышленности, и переработку широкого спектра неутилизируемых органосодержащих отходов, являющихся вторичными энергоресурсами.

Целесообразность реализации данного проекта обусловлена огромным количеством органосодержащих отходов, образующихся и накопленных на территории Кемеровской области и других регионов Сибири, включая пыли и шламы углеобогатительных фабрик – более 1 млн. т; древесные и растительные отходы (опилки, стружка, щепа и обрезь древесины, лузга подсолнечника, солома всех видов зерновых и др.) – более 0,5 млн. $м^3$; органические компоненты ТБО (отходы пластмасс, бумаги) – около 0,5 млн. т. В то же время, органосодержащие отходы представляют собой практически неиссякаемый возобновляемый энергетический ресурс для производства так называемого «вторичного» топлива для бытового и промышленного (технологического) использования. На сегодняшний день в России заводы по получению вторичного топлива только начали появляться, и конкуренции в этой области пока нет, поэтому успешная реализация проекта будет как раз кстати.

Администрацией Кемеровской области с 2010 г. уделяется огромное внимание созданию и развитию отходоперерабатывающей отрасли, значимость которой в нашем угольном, металлургическом и горнорудном регионе очевидна.

В мае 2010 г. ООО «Сиберц» выиграло грант Администрации Кемеровской области в размере 3000000 (три миллиона) рублей на реализацию проекта «Создание производства вторичного топлива на основе органосодержащих отходов».

Благодаря этому, в 2010-2012 гг. было закуплено оборудование для производства новых видов бытового и технологического топлива на основе органосодержащих отходов (влагомер для определения влажности древесных отходов, дробилка для измельчения щепы, сушильный комплекс для сушки древесных отходов, пресс экструдерный для получения брикетов на основе древесных отходов, обвязчик готовой продукции, термоупаковщик готовой продукции, дробилка для измельчения крупнокускового сырья, грохот для рассева кускового сырья, ленточный транспортер для перемещения сырья и готовой продукции).

В ноябре 2011 г. на ООО «Сиберц» начато производство топливных брикетов Pini&Kay из древесных опилок. Товарную продукцию уже можно найти в магазинах нашего города.

Преимущества топливных брикетов из древесных отходов по сравнению с другими видами твердого топлива:

1. Экономия денежных средств при использовании топливных брикетов составляет 50 % и более по сравнению с дровами. К примеру, хорошо просушенный килограмм березовых дров дает около 11000-11500 кДж тепла. Килограмм топливных брикетов из опилок – 18500-19000 кДж тепла. Таким образом, для нагрева дома необходимо затратить сухих березовых дров почти в два раза больше, чем топливных брикетов. Еловых и сосновых дров потребуется больше еще примерно на 20 %, а осиновых – на 30 % (ввиду их меньшей плотности по сравнению с березовыми дровами).

2. Экономия времени и сил. Топливные брикеты готовы к использованию, их не нужно пилить, колоть и сушить, в отличие от дров.

3. Топливные брикеты горят более равномерно и долго, чем дрова. Брикеты быстрее разгораются, горят в 1,5 раза дольше дров, так как топливные брикеты имеют значительно большую плотность (1100-1300 кг/м^3) по сравнению с дровами (400-700 кг/м^3), а также в связи с тем, что не тратится лишнее время и тепло на испарение влаги (брикеты имеют влажность до 5 %, свежие дрова – 50-70 %).

4. Топливные брикеты компактнее дров в 2-3 раза, так как брикеты – это изделия правильной формы с одинаковыми размерами, а также более плотные, чем дрова. Легко и устойчиво складываются друг на друга. Это позволяет существенно уменьшить площадь склада, а также сэкономить при их транспортировке.

5. Удобная упаковка топливных брикетов. Обычно предлагается полиэтиленовая пленка или бумажные мешки, фасовка – по 5, 10 кг. Это облегчает погрузочно-разгрузочные операции.

6. Экологически чистое исходное сырье. Топливные брикеты изготавливают, чаще всего, из чистых опилок без применения связующих веществ.

7. Топливные брикеты, в отличие от угля, не маркие, образуют минимум золы (до 1 %), грязи и мусора.

Топливные брикеты имеют широкий спектр применения, как в промышленности, так и в быту. Они могут использоваться для обогрева жилых помещений (котлы, печи, камины), а также в банях и саунах, кафе, ресторанах, пассажирских вагонах и для разжигания мангалов, грилей и шашлычниц. Топливные брикеты также предназначены для сжигания в топках котельных установок и ТЭС, работающих на твердом топливе [6].

Кроме топливных брикетов из опилок, на ООО «Сиберц» в дальнейшем также планируется производство брикетов из отходов углеобогащения. В настоящее время ведутся научно-исследовательские работы в этом направлении.

Сегодня в штате ООО «Сиберц» работает пять человек, к концу 2012 г. планируется создать еще два рабочих места. А в случае реализации проекта по производству брикетов из отходов углеобогащения численность персонала будет увеличена до 20 человек. Это будет вкладом в снижение уровня безработицы в г. Новокузнецке. Кроме этого, ожидается по-

полнение бюджетов всех уровней за счет налоговых отчислений на социальные нужды, прибыль, имущество и так далее.

Библиографический список

1. Дворкин Л.И. Строительные материалы из отходов промышленности / Л.И. Дворкин, О.Л. Дворкин. – М.: Феникс, 2007. – 430 с.
2. Бобович Б.Б. Переработка отходов производства и потребления / Б.Б. Бобович, В.В. Девяткин. – М.: Интермет Инжиниринг, 2000. – 496 с.
3. Демьянов В.В. Пути использования отходов древесины / В.В. Демьянов. – Рига: Химия, 1963. – 565 с.
4. Михайленко А.С. Брикетирование сырья и отходов производства как способ окомкования некондиционных материалов: Метод. указ. / А.С. Михайленко, Е.П. Волынкина. – Новокузнецк: СибГИУ, 2007. – 22 с.
5. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 279 с.
6. Технология производства биотоплива [Электронный ресурс]: журнал «Международная биоэнергетика». – Информационно-аналитическое агентство «ИНФОБИО». – Режим доступа: http://www.infobio.ru/tiekhnologhiia-proizvodstva-biotopliva.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ, ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ И НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ 6

СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА РАЗВИТИЯ РОССИЙСКОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА В ОБЛАСТИ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ С УЧЕТОМ МЕЖДУНАРОДНОГО ОПЫТА
Волынкина Е.П., Кузнецов С.Н., Панэ А.П. 6

ОРГАНИЗАЦИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ В ГОРОДЕ НОВОКУЗНЕЦКЕ
Матвиенко П.В. 17

ОРГАНИЗАЦИЯ ОСНОВНОГО И ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СИБИРСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ИНДУСТРИАЛЬНОМ УНИВЕРСИТЕТЕ
Волынкина Е.П., Демчук С.В, Самигулина Л.А. 23

МОДЕЛЬ РЕГИОНАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ТВЕРДЫМИ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ
Волынкина Е.П., Кузнецов С.Н., Панэ А.П. 27

ПРИМЕНЕНИЕ СЕРВИСНОГО ПОДХОДА К ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПО ОБРАЩЕНИЮ С ОТХОДАМИ
Селезнёв А.А., Зимин В.В., Кулаков С.М. 36

ПРАВОВЫЕ АСПЕКТЫ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ
Галанина Т.В., Миронова С.Ф. 42

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В ПРЕПОДАВАНИИ СПЕЦДИСЦИПЛИН
Величко А. В., Самигулина Л. А. 46

РАЗРАБОТКА МЕТОДОЛОГИИ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОГНЕУПОРНЫХ И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
Гладких И.В., Волынкина Е.П. 50

СНИЖЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ НАГРУЗКИ В ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНАХ СТРАНЫ ЗА СЧЕТ РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ В КАРЬЕРАХ И ОТВАЛАХ
Гавришев С.Е., Пыталев И.А., Осинцев Н.А., Гапонова И.В. 55

РОЛЬ ТРЕТЬЕГО СЕКТОРА В РЕШЕНИИ ВОПРОСА УТИЛИЗАЦИИ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ
Зырянова У. П. 61

МОДЕЛЬ РАБОТЫ С ВТОРИЧНЫМИ МИНЕРАЛЬНЫМИ РЕСУРСАМИ
Панова В.Ф., Панов С.А. 66

ПЕРСПЕКТИВЫ КЛАСТЕРНОГО РАЗВИТИЯ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ
Кузнецов С.Н., Волынкина Е.П., Кургуз К.А. 73

БАЛАНСОВЫЕ УРАВНЕНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ ПОТОКОВ СЫРЬЯ, ПРОДУКЦИИ И ОТХОДОВ РЕГИОНАЛЬНОЙ ТЕХНОЭКОСИСТЕМЫ
Волынкина Е.П., Кузнецов С.Н., Панэ А.П. 80

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРЯМОТОЧНОГО КОТЛА-УТИЛИЗАТОРА РАБОТАЮЩЕГО НА ОТХОДЯЩИХ ГАЗАХ АГРЕГАТОВ ТИПА СЭР
Оленников А.А., Цымбал В.П. 89

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
Величко А. В., Павлович Л. Б. 95

О НЕОБХОДИМОСТИ УПОРЯДОЧЕНИЯ СБОРА И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ (КЛАСС Б) И ЧРЕЗВЫЧАЙНО ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ (КЛАСС В) ОТХОДОВ ЛЕЧЕБНО-ПРОФИЛАКТИЧЕСКИХ ОРГАНИЗАЦИЙ (МЕДИЦИНСКИЕ ОТХОДЫ)
Тощилкин В. Н. 99

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ СТИМУЛИРОВАНИЕ ОТХОДОПЕРЕРАБОТЧИКОВ КАК НЕОБХОДИМОЕ НАПРАВЛЕНИЕ РАЗРЕШЕНИЯ ДИЛЕММЫ «ОТХОД-РЕСУРС»
Кузнецов П.И. 103

СТРУКТУРА РАЗДЕЛА 8 «ПЕРЕЧЕНЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОХРАНЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ» ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В СВЕТЕ НОВОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА
Донских Т.А. 108

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА КАК ИНДИКАТОР ПРИРОДООХРАННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ЭКОНОМИКЕ АРМЕНИИ
Петросян Р.А. 116

ИССЛЕДОВАНИЯ ОТХОДОВ И ИХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ И ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА 120

КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ЖИДКИХ ОТХОДОВ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА
Журавлева Н.В., Коршиков А.С., Морозов А.С. 120

СТАЛЕПЛАВИЛЬНАЯ ПЫЛЬ КАК ДИСПЕРСНАЯ СИСТЕМА
Симонян Л.М., Хилько А.А. 129

ВЛИЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ПРОМЫШЛЕННЫМИ ОТВАЛАМИ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ
Олещенко А.М., Суржиков Д.В., Кислицына В.В., Корсакова Т.Г. 142

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КЛАССА ОПАСНОСТИ СНЕЖНЫХ МАСС С УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ
Акатьев М.Н., Ахмедшина А.Ф., Дягелев М.Ю., Исаков В.Г. 147

РЕЗУЛЬТАТЫ АНАЛИЗА ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ЗОЛОШЛАКОВОГО ОТВАЛА В УСЛОВИЯХ САМОЗАРАСТАНИЯ (НА МОДЕЛИ)
Гончарова Е.Н., Подурец О.И., Манакова О.Л. 153

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА 161

О СОЗДАНИИ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССА СЭР МИНИ-ЗАВОДОВ ДЛЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЫЛЕВИДНЫХ РУД И ОТХОДОВ
Цымбал В.П., Мочалов С.П., Рыбушкин А.А., Суздальцев Е.В. 161

ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ РАЗДЕЛЕНИЯ И ОБОГАЩЕНИЯ ОТХОДОВ ШЛАМОНАКОПИТЕЛЯ ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК» ГРАВИТАЦИОННЫМ МЕТОДОМ
Зоря В.Н., Волынкина Е.П. 168

ОПЫТНО-ЗАВОДСКАЯ АПРОБАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ КЕРАМИЧЕСКОГО МАТРИЧНОГО КОМПОЗИТА НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ ОБОГАЩЕНИЯ УГЛИСТЫХ АРГИЛЛИТОВ
Столбоушкин А.Ю., Столбоушкина О.А., Иванов А.И., Сыромясов В.А., Пляс М.Л. 176

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УГЛЕОТХОДОВ В КАЧЕСТВЕ ТЕХНОГЕННОГО СЫРЬЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СТЕНОВОЙ КЕРАМИКИ
Иванов А.И., Столбоушкин А.Ю., Алюнина К.В., Стороженко Г.И. 181

ПРИМЕНЕНИЕ УГЛЕРОДФТОРСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФЛЮСОВЫХ ДОБАВОК
Крюков Р.Е., Козырев Н.А., Игушев В.Ф. 188

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБОГАЩЕНИЯ ОТХОДОВ, НАКОПЛЕННЫХ В ШЛАМОХРАНИЛИЩЕ ОАО «ЕВРАЗ ЗСМК», МЕТОДОМ МАГНИТНОЙ СЕПАРАЦИИ
Зоря В.Н., Аникин А.Е., Волынкина Е.П., Федякина А.Н. 190

ВОЗМОЖНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ ГЛИНОЗЕМНОГО ПРОИЗВОДСТВА В ЧЕРНОЙ МЕТАЛЛУРГИИ
Жунусов А.К., Байсанов С.О. 198

СЫРЬЕВАЯ СМЕСЬ НА ОСНОВЕ ЗОЛОШЛАКОВЫХ ОТХОДОВ И СПОСОБ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ВЯЖУЩЕГО
Сенкус В.В., Коробейников А.П., Конакова Н.И. 201

ВЫБОР ОСНОВНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ЖИВОТНО-ВОДЧЕСКИХ ОТХОДОВ
Брюханова Е.С., Ушаков А.Г., Ушаков Г.В. 203

ТЕХНОЛОГИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ ШЛАМОВ ВОДООЧИСТКИ
Лукашевич О.Д., Усова Н.Т. 210

ПРИМЕНЕНИЕ ОТРАБОТАННЫХ ВОЛОКНИСТЫХ СОРБЕНТОВ – СБОРНИКОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ ДЛЯ ДИСПЕРСНОГО АРМИРОВАНИЯ АСФАЛЬТОБЕТОННЫХ СМЕСЕЙ
Ефанов И.Н., Лукашевич В.Н. 213

ОПЫТ УТИЛИЗАЦИИ ПЕРЕРАБОТАННЫХ ОТВАЛЬНЫХ МАРТЕНОВСКИХ ШЛАКОВ НА АГЛОМЕРАЦИОННОЙ ФАБРИКЕ
Одинцов А.А., Долинский В.А. 218

ЛАКОКРАСОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА БАЗЕ ТЕХНОГЕННЫХ ОТХОДОВ
Соловьева Н. Ю., Павлович Л. Б. 227

О ПЕРСПЕКТИВАХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СИНТЕТИЧЕСКИХ ТОПЛИВ[1]
Школлер М.Б., Протопопов Е.В., Ганзер Л.А. 232

УПРАВЛЕНИЕ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Бальцер Д.В., Павлович Л.Б., Лупенко В.Г. 239

РОЛЬ МИКРООРГАНИЗМОВ И ДОЖДЕВЫХ ЧЕРВЕЙ В УТИЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННО-БЫТОВЫХ ОТХОДОВ
Водолеев А. С. 247

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ 252

УКРАИНСКИЙ ОПЫТ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОБНОЙ ОТКАЧКИ БИОГАЗА НА ПОЛИГОНЕ ТБО
Куцый Д.В., Матвеев Ю.Б. 252

ИССЛЕДОВАНИЕ СВАЛОЧНЫХ ГРУНТОВ ИЗ СКВАЖИН ПИЛОТНОЙ УСТАНОВКИ ПО ИЗВЛЕЧЕНИЮ БИОГАЗА С ТЕРРИТОРИИ СВАЛКИ ТБО Г. НОВОКУЗНЕЦКА
Волынкина Е.П., Аникин А.Е., Домнин К.И. 261

ВВЕДЕННЫЙ В ЭКСПЛУАТАЦИЮ ПОЛИГОН ТБО, ОСНАЩЕННЫЙ СОВРЕМЕННЫМ ОБОРУДОВАНИЕМ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
Комаров Е.В., Лесовских А.Ю. 275

ПЕРСПЕКТИВЫ УТИЛИЗАЦИИ СВАЛОЧНОГО ГАЗА С ПОЛИГОНОВ ТБО ИРКУТСКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ
Коптева Н.В., Уланова О.В. 280

МЕДИЦИНСКИЕ ОТХОДЫ. СИСТЕМА ОРГАНИЗАЦИИ СБОРА И ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ
Зубков С.А. 290

ПРАКТИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА РЕЦИКЛИНГА ПОЛИОЛЕФИНОВ
Евменов С.Д., Касьянова О.В., Теряева Т.Н., Рогов В.П. 293

ПРАКТИКА СБОРА, ТРАНСПОРТИРОВКИ, ИСПОЛЬЗОВАНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ ОТХОДОВ 297

КУЗБАССКАЯ АССОЦИАЦИЯ ПЕРЕРАБОТЧИКОВ ОТХОДОВ. ИТОГИ ТРЕХЛЕТНЕЙ РАБОТЫ
Волынкина Е. П., Ефремова В. Ш. 297

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ОТХОДОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ В КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
Лавриненко С.О. 301

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРОБЛЕМЫ ОТХОДОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ОТРАСЛИ КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ
Балановский М.В., Кондратенко С.В. 305

ООО «СМЦ» – ПРОИЗВОДСТВО ОГНЕУПОРОВ, СЕРВИС ОГНЕУПОРНЫХ РАБОТ, РЕЦИКЛИНГ ОТХОДОВ ОГНЕУПОРОВ
Каримов С. М. 312

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ООО «ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР» ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ
Макарчук В. В. 316

ОПЫТ ООО «СИБЕРЦ» ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ТОПЛИВНЫХ БРИКЕТОВ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ
Аникин А.Е., Волынкина Е.П., Рязанова Н.В., Широких О.А., Глухова Ю.Ю., Шперлинг П.С. 317

УПРАВЛЕНИЕ ОТХОДАМИ – ОСНОВА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАВНОВЕСИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Сборник докладов четвёртой Международной научно-практической конференции

Под общей редакцией Е.П. Волынкиной
Технический редактор Л.А. Ганзер

Компьютерная верстка К.И. Домнин

Подписано в печать 11.10.2012 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