

ИНЖЕНЕРНАЯ ЗАЩИТА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТЕХНИКИ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В XXI ВЕКЕ

А.И. Сечин, профессор

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема охраны окружающей среды является наиболее острой глобальной проблемой начала XXI века. Как глобальная проблема, проблема охраны окружающей среды актуальна для всего мира в целом, для каждого региона планеты, для каждого государства в отдельности [1–3].

Вопросы, касающиеся охраны окружающей среды, а также защиты рабочих зон, занимают одно из ключевых мест в настоящее время. Глобализация проблем экологии неукоснительно требует интенсификации сотрудничества между государствами в данном вопросе, в т.ч. и путём расширения правового регулирования охраны окружающей среды на международном уровне. Международно-правовое регулирование охраны окружающей среды развивается как на универсальном, так и на региональном уровнях. Существенная роль в этом развитии отводится деятельности международных организаций.

Европейское сообщество является одной из международных организаций, осуществляющих деятельность в сфере охраны окружающей среды на европейском континенте. ЕС занимает собственное оригинальное место в международно-правовом регулировании охраны окружающей среды и играет заметную роль в этом процессе, внося позитивный вклад в его развитие в Европе и в мире в целом.

Европейское сообщество является специфической международной организацией. Ему присущи свои неповторимые особенности, проявляющиеся в целях и задачах организации, структуре её органов, в её правах и обязанностях. Интеграция государств-членов в различных областях жизнедеятельности выступает своего рода центральной идеей существования данной организации. Особенностью ЕС как международного объединения государств является и наличие в его компетенции наднациональных элементов, обуславливающих нормотворческую активность организации.

Вместе с двумя другими сообществами – Европейским объединением угля и стали (ЕОУС) и Европейским сообществом по атомной энергии (Евратом), ЕС сегодня входит в качестве составной части в более сложное объединение государств, которым является Европейский Союз.

Специфика организации несомненно оказывает влияние на деятельность ЕС в области окружающей среды, проводимую на основе учредительного договора – Римского договора, учреждающего Европейское сообщество 1957 г.

Защита окружающей среды – один из приоритетов Сообщества, наряду с экономической интеграцией. Это вытекает из целей и принципов Европейского сообщества, закреплённых в учредительном договоре. В основу экологических мероприятий ЕС сегодня заложена концепция «устойчивого развития», являющаяся официальной стратегией ООН по выходу человечества из экологического кризиса.

Функционирование каждого из институтов ЕС (Совета, Комиссии, Европейского парламента, Суда, Счётной палаты) затрагивает проблемы окружающей среды. В структуре органов Сообщества также создано специальное экологическое учреждение – Европейское агентство по окружающей среде.

ЕС издаёт в сфере охраны окружающей среды значительное количество нормативных актов – регламентов и директив. Среди актов принятых в области охраны окружающей среды количественно преобладают директивы.

Сообщество участвует в деятельности других международных организаций, осуществляющих деятельность в области охраны окружающей среды. ЕС, как правило, является участником международных экологических конференций европейского или мирового масштаба.

Европейское сообщество участвует во всех основных международных экологических соглашениях. Используя сложившуюся в отечественной науке международного права классификацию международных соглашений в области охраны окружающей среды по степени связи предмета регулирования с природоохранной проблематикой, можно разделить договоры, заключённые ЕС в сфере экологии на:

- 1) договоры ЕС, целиком ориентированные на регулирование охраны окружающей среды;
- 2) договоры ЕС, регулирующие иные, нежели природоохранные отношения государств, но содержащие отдельные положения об охране окружающей среды;
- 3) договоры ЕС косвенно связанные с охраной окружающей среды.

Деятельность Европейского сообщества (в первую очередь – нормотворческая) подвержена влиянию международного права окружающей среды, а значит Европейское сообщество включено в процесс международной охраны окружающей среды. Более того, Сообщество занимает в нём активную международно-правовую, созидательную позицию, оказывая, в свою очередь, определённое влияние на международное нормотворчество.

Промышленная, энергетическая, продовольственная, экологическая безопасность любого государства в первую очередь определяется состоянием его природных ресурсов. В тоже время пределы роста экономики, в первую очередь топливно-энергетического комплекса, зависят как от ресурсов полезных ископаемых, так и от способности природной среды поглощать отходы. Атмосфера, водоемы, земля находятся в настоящее время на пределе своих возможностей поглощать все виды отходов.

Углубление экологического кризиса побудило мировое сообщество искать решение проблемы в рамках концепции устойчивого развития. Наше будущее напрямую зависит от того, в какой мере обеспечение экологической безопасности найдет отражение в реализуемой стратегии.

Именно поэтому на современном этапе развития промышленного производства, на этапе его усиливающегося воздействия на окружающую среду, роль государства в обеспечении защиты окружающей среды, в принятии мер по сохранению экологического баланса становится определяющей. Так, в Экологической доктрине Российской Федерации установлены основные экономические механизмы обеспечения экологической безопасности нашего государства.

Основной задачей в этой области является экономическое регулирование рыночных отношений в целях рационального неистощительного природопользования, снижения нагрузки на природную среду, ее охраны, привлечения бюджетных и внебюджетных средств на природоохранную деятельность. И одним из основных направлений государственной политики в этой области становится экономическое стимулирование субъектов к проведению мероприятий по охране окружающей среды, к применению экологически чистых технологий в производстве.

Однако внедрение новых экологических технологий должно стать не временной хаотической мерой, а частью целостной экологической стратегии каждого предприятия – источника загрязнения. Тем не менее, проблемами предприятий металлургии является загрязнение почв тяжелыми металлами, а также выброс воды, отягощенной солями этих металлов и другими вредными веществами, в водную среду. Подобным предприятиям необходимо выстраивать многоуровневую систему экологической защиты, предусматривающей постоянный мониторинг выбросов в атмосферу, водных стоков и иного вредного воздействия. С этой целью необходимо создавать отделы, лаборатории экологического мониторинга на предприятии, подобно той, что создана, например, на Челябинском цинковом заводе.

Для предприятий целлюлозно-бумажной промышленности характерны не только экологические проблемы, сопутствующие самому процессу производства (выбросы в атмосферу, водные сбросы и так далее), но и другая проблема. Это проблема вырубки леса, темпы потери которого во всем мире становятся критическими. Известно, что в настоящее время США лишились более трети своих лесов, а в Европе девственных лесов вообще не осталось. На мой взгляд, настало время разработки кардинально новых технологий изготовления целлюлозы. Разработка экологически чистых технологий особенно актуальна в сфере топливно-энергетического комплекса страны, поскольку именно ТЭК является одним из основных источников загрязнения окружающей природной среды.

Одной из крупнейших экологических проблем в ТЭК, особенно острой для традиционных нефтедобывающих регионов, является загрязнение природной среды нефтью и нефтепродуктами. Темпы утилизации отходов остаются низкими, планы крупномасштабного использования отходов не реализуются. Следует иметь в виду также недостаточный уровень экологической безопасности технологических процессов, высокий моральный и физический износ основного оборудования, недостаточную развитость природоохранной структуры (систем предотвращения и снижения негативных воздействий на природную среду) [4].

Существование программы освоения новых месторождений северных и восточных территорий (Тимано-Печорский регион, полуостров Ямал, Восточная Сибирь, Дальний Восток) требует решения проблемы сохранения чрезвычайно уязвимых экосистем этих удаленных регионов с суровыми природно-климатическими условиями.

Одной из важнейших проблем является обеспечение экологической безопасности при реализации крупномасштабных проектов освоения нефтегазовых месторождений шельфа арктических морей и острова Сахалин, месторождений Каспийского и Балтийского морей. Эти проекты реализуются в районах, богатых биоресурсами, в том числе ценными видами рыб и другими объектами водного промысла.

Целью государственной политики в области обеспечения экологической безопасности является последовательное ограничение нагрузки ТЭК на окружающую среду, приближение к соответствующим европейским экологическим нормам.

На государственном уровне одним из основных научно-производственных направлений в настоящее время является модернизация существующего оборудования по защите окружающей среды.

Рассматривая в целом пути решения этой проблемы, можно выделить следующие основные направления развития техники защиты окружающей среды:

1. Модернизация существующего оборудования по защите окружающей среды.
2. Создание на имеющейся научно-производственной базе нового оборудования по защите окружающей среды.
3. Разработка теоретических и практических основ для создания принципиально новых технологий и нового оборудования.

Сегодня, на каждые 100 тыс. жителей, в землю закапывается примерно 2000 тонн металла, 10000 тонн бумаги и картона, 3000 тонн пластика, 1500 тонн стекла, 1500 тонн текстиля, около 400 вагонов весом по 50 тонн. Стоимость по ценам вторсырья составляет 2 млн. \$ или 20 млн. \$ для города с миллионным населением. При переработке полученного сырья эффект возрастает в несколько раз [5].

Сжигание органических отходов является наиболее распространенным в мире методом их обезвреживания. Швейцария сжигает до 80 % отходов, Япония – 68–72 %, Дания – 65 %, Швеция – 55 %, Франция и Германия 32–35 %, Италия – 10 %. В Париже 60 % потребляемой тепловой и электрической энергии производится за счет сжигания бытовых отходов города [5].

В Германии, например, с 2006 г. действует закон об обязательной переработке 80 % отходов бытовых термопластов. Чаще всего из этого вида сырья изготавливают изделия непищевого назначения, например, скамейки, прищепки и т.д. [5].

Модернизация серийных технологических установок и систем видится в реализации следующих направлений:

- Применение современных комплектующих системы автоматизации, применение специальных покрытий, позволяющие создавать эффективные и конкурентоспособные устройства.
- Разработка производственных процессов по сокращенным технологическим схемам, позволяющим исключить ряд технологических операций и переходов.
- Разработка технологических процессов с малыми материальными потоками.
- Перевод технологических процессов на вторичное сырье.

В тоже время необходима разработка и создание на имеющейся научно-производственной базе нового оборудования по защите окружающей среды:

- Технологические установки на основе физики электрического разряда.
- Технологические установки на основе наноматериалов.
- Установки на основе механохимии.
- Технологические комплексы переработки отходов термопластов в товарную продукцию.
- Технологические комплексы по производству строительных материалов из отходов.

Данный комплекс задач может быть успешно решен на основе разработки теоретических и практических основ для создания принципиально новых технологий и нового оборудования.

Разрабатываемые в нашей стране теоретические основы в области: электрофизики, механохимии, химии полимеров, фотохимии, гидрогазодинамики, производство строительных материалов, нанотехнологий, биотехнологий и др. говорят о том, что мы имеем все возможности для совершения прорыва в области развития техники защиты окружающей среды.

Литература

1. Указ Президента РФ «О государственной стратегии РФ по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития» от 4 февраля 1994 г. № 236.
2. Концепция перехода РФ к устойчивому развитию, утвержденная Указом Президента РФ от 1 апреля 1994 г. № 440.
3. Федеральная целевая программа «Предотвращение опасных изменений климата и их отрицательных последствий», утв. Постановлением Правительства РФ от 19 октября 1996 № 1242.
4. Протокол выступления председателя Правления РАО «ЕЭС России» на Всероссийском совещании энергетиков. Калининград, 2002.
5. Тарасюк В. Экологические проблемы природопользования // Труды междунар. конф. "Устойчивое развитие природа-общество-человек" г. Москва. 2006. – С. 5 – 9.

ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СТРАТЕГИИ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ НА СОСТОЯНИЕ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА

М.В. Арещенко, А.И. Трибунская

Научный руководитель доцент Л.И. Молодежникова
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Как известно, что один из источников развития общества – это противоречия между производством и потребностями человека. На разных этапах развития человечества были разные подходы к этому явлению. Существующая общественно-экономическая ситуация требует пересмотра и развития ряда из сложившихся подходов в сторону энергетической составляющей.

В связи с этим энергообеспеченность жизни в ходе эволюции должна возрастать, то есть суммарный поток энергии через живую систему должен увеличиваться. Другим неперемным условием является требование непрерывности потребления энергии живой системой, чтобы сохранить своё стационарно неустойчивое состояние. При этом между человеком и природой в их непрерывном энергетическом обмене используются многочисленные объекты техники (машины), взаимодействуя с ними, а так же между собой. Каждая машина есть преобразователь энергии и одновременно и как производитель энтропии окружающей среды, что происходит в настоящее время в основном за счёт потребления энергии из невозобновляемых источников (нефть, природный газ, уголь, ядерное топливо и т.п.).

Наблюдается явное несоответствие между возможностями природно-ресурсного потенциала и сложившейся схемой его использования.

Одной из ключевых задач перехода к устойчивому развитию следует считать: ведение хозяйственной деятельности на основе массового внедрения энерго- и ресурсосберегающих технологий, целенаправленных изменений структуры экономики, структуры личного и общественного потребления. Данную задачу надлежит отнести к узловой технической проблеме [1]. К настоящему времени сложились все необходимые основные условия для её формирования:

1. Внешние – высокие показатели удельной энергоёмкости всех видов производства не могут продуктивно сочетаться с ростом цен на энергетические и другие ресурсы;
2. Внутренние – необходимость реализации технических возможностей существующего отечественного производства в условиях практического единого мирового экономического пространства.

Если рассматривать этот вопрос в историческом плане, то такая проблема существует давно. Толчком для решения этой проблемы для большинства западных стран послужил энергетический кризис 1973 г. Решение этих проблем оказалось возможным за счёт научной и технической разработки и освоения энергосберегающих

технологий во всех развитых странах мира и реализации государственной энергосберегающей политики в 24 странах в рамках Международного энергетического агентства (МЭА).

Россия – особая страна, богатая энергоресурсами. В нашей стране не смотря на всю очевидность проблемы, наличие определённой нормативной базы, до сих пор отсутствует необходимая экономическая база (использование перекрестного субсидирования, бюджетное датирование энергорасходов и др.) при отсутствии понимания значимости этой проблемы не только среди населения, но даже среди специалистов, управленцев, экономистов, менеджеров и т.п. Поэтому в такой ситуации и формируется третье условие для возникновения этой узловой технической проблемы – только в случае её эффективного научно-практического решения возможно достижение как стабильного социально-экономического развития, так и коренного улучшения качества жизни людей.

Для любой узловой технической проблемы необходимы комплексные научно-технические мероприятия на основе как законов строения и функционирования объектов техники, так и за счёт выявления условий взаимодействия производственных структур и объектов с общественной и природной средой [2, 3].

В пользу того, что энергосбережение является самостоятельной научно-технической дисциплиной свидетельствует и ряд выявленных не только качественных, но и количественных закономерностей между потреблением энергии и реальным экономическим уровнем общества. В первую очередь, это закономерность роста потребностей в энергии. Обработка статистических данных с 1947 г. показала, что в промышленно развитых странах увеличение валового национального (внутреннего) продукта (без чего невозможно повышение жизненного уровня народа) практически прямо пропорционально росту затрат энергии.

Для выявления более достоверной зависимости между реальным экономическим ростом и ростом расхода энергетических ресурсов используется показатель как темпы изменения отношения суммарного расхода энергии к ВВП в неизменном денежном исчислении.

При этом показателем эффективного использования энерго- и ресурсосберегающих технологий является снижение индекса удельного расхода энергии на 1 долл. прироста ВВП. Так, в США в среднем ежегодное падение данного показателя за период с 1947 по 1987 годы составило в год 0,04 кг у.т. на 1 долл. прироста ВВП. А за период с 1990 г. данный индекс снизился вдвое, а в последние годы среднегодовой темп этого снижения составлял не менее 1,5 %.

Следовательно, независимо от показателей динамики темпов промышленного производства конкретной страны, необходимо обеспечение ежегодного снижения или хотя бы сохранения энергетических затрат на единицу прироста ВВП. К сожалению, в нашей стране такой тенденции до самого последнего времени не наблюдалось.

Наличие вышеупомянутой зависимости позволяет утверждать, что количество энергии, затрачиваемое на производство любого объекта техники, может служить абсолютной мерой стоимости объекта, так как денежная цена его постоянно «лукавит» в зависимости от темпов инфляции, конъюнктуры рынка и т.п.

В связи с этим единственно верным критерием оценки направлений и темпов развития техники является требование всё более экономного расхода энергии на функционирование и производство техники, в рамках предельных возможностей развития её отдельных направлений и объектов. И каждая страна, тем более Россия, должны эти тенденции энергопотребления отслеживать и на строгой научной основе. Указанные закономерности были положены в основу при создании нового метода оценки энергозатрат сквозным расчётом по всей технологической цепи. В основе этого метода была использована известная закономерность, что в каждом технологическом процессе или отдельной операции энергия может потребляться в трёх основных формах [3]:

- энергия, поставляемая из внешних по отношению к данному производству источников и применяемая непосредственно без преобразования (например, химическая энергия ископаемого топлива с учётом затрат на добычу, транспортировку, подготовку и т.п.), то есть первичная энергия;
- энергия различных видов производственных энергоносителей с учётом затрат на преобразование (имеются в виду пар, кокс, сжатый воздух и др.) – преобразованная энергия;
- энергия, израсходованная в предшествующих технологиях или отдельных операциях и содержащаяся в скрытом виде в исходных материалах данного процесса – скрытая энергия.

Наличие достаточного количества энергии и её видов, решение проблем её рационального использования определяют в конечном итоге экономический рост, процветание конкретной страны, её национальную безопасность. В этих условиях необходим постоянный пересмотр отношения к потреблению топлива и энергии с особым акцентом на энергосбережение – систему знаний, через которую за счёт улучшения эффективности использования энергии достигается сокращение расходной части энергетического баланса.

Потенциал энергосбережения можно определить как реальный объём энергии, который можно экономить при полном использовании имеющихся ресурсов с помощью проведения комплекса специальных мер. Несколько иначе формулируют это определение зарубежные исследователи, а именно как возможное сокращение потребности в топливе путём улучшения коэффициента использования топлива. Но большая часть от первичного топлива уходит на потери. Приведём пример.

Более 40 млн Гкал, год, в том числе и на коммунальные нужды производится в области более, чем 2000 котельных, из которых не менее половины работают без химической подготовки воды. При питании котлов сырой водой при повышении её температуры соли жесткости образуют кристаллы, которые формируют прочные отложения (накипь) на поверхностях теплообмена. Данные отложения обладают высоким термическим сопротивлением. Как правило, минимальная толщина отложений в трубах в таких системах без организации водно-химического режима – 2,5-3,5 мм. То есть, на этих системах теплоснабжения дополнительно потребляется 25 % топлива при обеспечении необходимого режима отопления. А в целом по всем котельным области этот показатель составляет менее 15 % топлива, что в среднем по региону перерасход топлива составляет около 1,5 млн т. т.

Аналогичное положение с тепловой изоляцией трубопроводов тепловых сетей. Она также не соответствует современным требованиям, но особенно велики потери изолированными поверхностями труб тепловой сети.

В России на одну тысячу долларов социальных расходов приходится свыше 20 тонн условного топлива, в то время как в странах Скандинавии, близких нам по климатическим условиям, эта социальная энергоёмкость составляет от 1 до 3 т. Характерно и мнение института энергетической стратегии Минтопэнерго РФ о структуре баланса первичного топлива в стране: «...менее одной трети добываемых ТЭР идёт в конечном итоге на обеспечение прямых и косвенных энергетических услуг населению, ещё одна треть сырьевых ресурсов идёт на экспорт, а остальное – безвозвратно теряется в самой системе энергопоставок, либо в «самоедской» экономике, работающей «сама на себя»: потребляющей ресурсы для того, чтобы создать оборудование для их новой добычи, не давая при этом никакого полезного эффекта для конечного потребителя – населения». Поэтому для России принципиально важен перелом в тенденциях развития – переход от вектора энергетической доминанты (наращивания душевного потребления энергии при минимальном коэффициенте её использования) к вектору энергоэффективности (снижению энергетических затрат на единицу прироста ВВП). Такой переход потребует радикально нового характера действий практически по всем направлениям общественного прогресса. Залогом стабильного социально-экономического развития, не разрушающего своей природной среды, может быть только энергосберегающий путь развития на строгой научно-технической основе.

Литература

1. Лейте В. Определение загрязнений воздуха в атмосфере на рабочем месте. – М.: Изд-во Химия, 1980. – 380 с.
2. Алиев Г.М.-А. Устройство и обслуживание газоочистных и пылеулавливающих установок. – Изд. 2-е, – М.: Металлургия, 1988. – 287 с.
3. Данилов Н.И., Щелоков Я.М. Энциклопедия энергосбережения. – Екатеринбург: ИД «Сократ», 2002. – 352 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА ПРОИЗВОДСТВА КАК ОСНОВА ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

А.Ю. Бородин

Научный руководитель доцент Ю.В. Бородин
Томский государственный университет, г. Томск, Россия

Проблема соотношения экономического и экологического развития широко обсуждается в научной литературе. Существует убеждение, что экология и экономика довольно антагонистичны и альтернативны по своей сути, что экономическое процветание и здоровая окружающая среда не могут сочетаться. На самом деле стандарты по защите окружающей среды могут инициировать разработку инноваций, направленных на повышение производительности ресурсов. Для этого законы должны быть хорошо продуманы – упор должен делаться на совершенствование производственного процесса, а не на вторичной переработке отходов. Появляется все больше книг, показывающих, как экоэффективность улучшает показатели работы компаний. Майкл Портер приводит ряд убедительных примеров на этот счет. Жесткие экологические требования вынуждают бизнес заниматься инновациями. Инновации, внедряемые в ответ на законы об охране окружающей среды, можно разделить на два больших класса: технологии, утилизирующие отходы, и технологии, сокращающие или даже предотвращающие загрязнения. Новое мышление уменьшает необходимость в законодательном принуждении. Тем не менее, законы весьма необходимы. Причем роль законов не только репрессивная. Они призваны оказывать на компании давление, заставляющее их внедрять инновации; ставят компании в известность о потенциальных сферах технологических улучшений и т.д. Меры по защите окружающей среды становятся не обременительной обязанностью, а фактором роста, так как за экологическими требованиями идут передовые технологии. Развитые страны показали, что вполне возможно сочетание значительных темпов экономического роста и высокой экологической культуры производства [1, 2].

Во многих регионах России из-за кризисных явлений в экономике страны, падения технологической дисциплины и накопленных за десятилетия структурных деформаций экономики существует сложная экологическая обстановка. Насколько реален переход от природоразрушающей экономики к природовосстанавливающей в нашей стране? Решение многих экологических проблем возможно только в рамках всей экономики в целом. Система контроля со стороны исполнительной власти ослаблена. Многие законы, существующие на бумаге, остаются незамеченными в регионах. Штрафы с предприятий и сборы за отходы не имеют целевого характера, хотя они должны аккумулироваться в специальных фондах и направляться на реализацию экологических программ и мероприятий. Не способствует переходу к жизни уважающей экономике и эко-демпинг – некоторые предприятия ставятся в более выгодные условия по сравнению с зарубежными. Повально действует «принцип общей нагрузки» – ситуация, возникающая в случае, когда якобы невозможно определить виновника загрязнения и все возникающие затраты несет общество. Это ведет к искажению ситуации на рынке, поскольку товары и услуги, наносящие вред окружающей среде, предлагаются по недостаточно высокой цене, далекой от реальной. Пока до сферы природопользования инновации мало доходят, нет страхования экологических рисков, крупные компании почти не финансируют фундаментальные и поисковые исследования. Необходимо также наладить непрерывный образовательный процесс. Без специалистов создание экологической доктрины страны невозможно. Приоритетами должны стать: ресурсосберегающие технологии, рациональное природопользование, обеспечение биоразнообразия, сохранение озонового слоя и т.д. Регулирующие нормативы должны стать более жесткими, а меры по их соблюдению – более строгими. Только так можно проложить путь инновациям. Чтобы были инвестиции в производство, нужны громкие успешные промышленные проекты, связанные с использованием экологически эффективных и ресурсосберегающих

технологий. Нужно не только бороться со следствиями, но и ликвидировать причины. Это возможно при переходе от «технологий конца трубы» – борющихся с загрязнениями (фильтры, очистные сооружения) – к малоотходным технологиям, создающим новые циклы. Потенциал малоотходных технологий в России огромен, теряется при добыче 30 % угля, 20 % железной руды и т.д. [3]. Необходимо «озеленение» всей системы налогов. Нужно реинвестировать ренту от эксплуатации ресурсов в прогрессивное производство, а не использовать ее только для потребления. Экоэкономика является весьма наукоемкой и потребует переориентации мышления как у ученых, так и у бизнесменов.

Российские компании должны заботиться о своем экологическом имидже. С точки зрения интересов общества необходимо учитывать в качестве негативного экологического результата экономической деятельности производство общественных антиблаг – различного рода загрязнений, отходов и пр. Одним из важнейших признаков экологической чистоты компании является наличие страхования рисков ее производственной деятельности. Отсутствие такого страхования – диагноз, ведь страховые компании с большим желанием страхуют риски экологически более чистых производств. Чем грязнее производство, тем сложнее добиться страховки рисков.

Литература

1. Портер М. Конкуренция / Пер. с англ. – М.: Издат. Дом «Вильямс», 2000. – 495 с.
2. Прыкин Б.В. Стратегия экономики. Природный экогармонизм. – М.: ЮНИТИ, 2000. – 366 с.
3. Прыкин Б.В. Новейшая теоретическая экономика. Гиперэкономика. (концепции философии и естествознания в экономике): Учебник. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 445 с.

К ВОПРОСУ ПЫЛЕОЧИСТКИ ГАЗОВ ЭЛЕКТРОФИЛЬТРАМИ

Т.Н. Гузеева

Научный руководитель профессор В.Ф. Панин

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Промышленность предъявляет к электрофильтрам следующие требования: повышение степени очистки газов, уменьшение габаритов, и, как следствие, снижение их стоимости.

Нами проведены опыты на лабораторной установке, позволяющие рассчитать степень очистки сбросных газов от катализаторной пыли состава $\text{TiO}(\text{OH})_2$, TiOCl_2 , $\text{Al}(\text{OH})_3$, AlCl_3 .

Для удаления пыли катализаторного производства использовали трубчатый электрофильтр. Диаметр осадительного электрода 0,23 м, длина электрофильтра 3 м. В эксперименте изменяли скорость газа в электрофильтре и напряженность электрического поля. Дисперсный состав частиц определялся седиментационным методом. В конечном итоге было установлено, что около 80 % частиц имеют радиус 5–10 мкм. Удельное электрическое сопротивление (УЭС) частиц пыли определялось с помощью прецизионного измерительного моста Е 1009. По полученным данным наша пыль относится к промежуточной группе с сопротивлением 10^2 – 10^8 Ом·м, которая удовлетворительно улавливается и хорошо удаляется с электродов.

Экспериментальные значения степеней очистки сравнивались с расчетными (по формуле Дейча). Расчеты производились, исходя из радиуса частиц пыли – 5 мкм.

$$\eta = 1 - e^{-\frac{2eL}{vR}}, \quad (1)$$

где L – длина осадительного электрода; v – линейная скорость газа в электрофильтре; R – радиус осадительного электрода; ω – скорость дрейфа частицы к электроду.

Скорость дрейфа рассчитывается из предположения, что на частицу пыли действует две силы: сила электрического поля (F_3) и сила сопротивления среды (F_c).

$$F_3 = F_c, \quad (2)$$

$$QE = 6\pi\mu r\omega, \quad (3)$$

$$\omega = \frac{QE}{6\pi\mu r}, \quad (4)$$

где E – напряженность электрического поля.

Частицы пыли заряжаются по ударному и диффузионному механизмам, причем процесс зарядки протекает во времени. По ударному механизму заряжаются частицы размером более 1 мкм в сильных электрических полях [1]:

$$Q_{\max} = 4\pi\epsilon_0 \left(1 + 2 \frac{\epsilon - 1}{\epsilon + 2}\right) Er^2 \frac{\pi k N_0 \bar{e} \tau}{4\pi\epsilon_0 + \pi k N_0 \bar{e} \tau}, \quad (5)$$

Первый множитель уравнения (5) выражает величину максимально возможного заряда, получаемого по ударному механизму. Диэлектрическая проницаемость для частиц катализаторной пыли ϵ равна 4. Результаты расчетов представлены в табл. 1.

Температура газа 120 °С. Запыленность газа 2–30 г/м³. Отрицательная полярность коронирующего электрода.

Возможное несоответствие, получается, из-за того, что движение частицы является периодическим. Можно произвести качественную оценку периодичности движения.

В соответствии с формулой (1) произведение скорости дрейфа на длину электрофильтра $w \cdot L$ можно выбрать в качестве показателя. Если бы не происходило перезарядки частицы, то экспериментальные данные соответствовали теоретическим. Расчетные данные показывают, что полное осаждение частиц происходит при скорости 0,15 м/с и напряженности электрического поля $3,39 \cdot 10^5$ В/м, на практике при этих параметрах

наблюдается 92,8 % осаждения частиц. Это означает, что частица на своем пути перетерпела перезарядку, путь ее удлинился и осаждение происходит позже. Для того чтобы на этом расстоянии осадить частицу необходимо увеличить напряженность электрического поля до $4,35 \cdot 10^5$ В/м и выше. Значит, произведение $w \cdot L$ является фактором, определяющим процесс осаждения частицы. Сравним теоретический и экспериментальный фактор:

$$w \cdot L_{\text{эксп.}} = n \cdot w \cdot L_{\text{теорет.}} \quad (6)$$

Поскольку скорость дрейфа зависит от напряженности, мы полагаем, что значение расчетное и экспериментальное равны между собой. Подставляя в формулу (1) значение степени улавливания равное 92,8 %, определяем значение n (поправочный коэффициент, учитывающий число перезарядок в электрофилтре). Значение $n=2,63$. Можно предположить, что в процессе движения частица перезарядалась два или три раза. Очевидно, что такая оценка вероятностная и весьма приблизительная, однако при точном определении данного коэффициента можно более точно проводить расчеты (исходя из дифференциального уравнения движения заряженной частицы в электрофилтре), что может сэкономить время и средства. Так как можно будет достаточно точно рассчитывать электрофилтры для практического использования, классифицируя частицы по величине электропроводности.

Таблица 1
Зависимости степени улавливания пыли трубчатым электрофилтром от линейной скорости газа и напряженности электрического поля

Напряженность электрического поля, 10^5 В/м	Линейная скорость газа, м/с											
	0,15	0,3	0,45	0,6	0,9	1,2	0,15	0,3	0,45	0,6	0,9	1,2
	Степень улавливания, %											
	Теоретический расчет						Экспериментальные данные					
0	0	0	0	0	0	0	64,6	60,5	49,1	37,7	43,0	63,9
0,87	47,2	27,3	19,2	14,7	10,1	7,7	83,5	85,6	69,8	39,4	45,9	67,7
1,74	92,2	72,1	57,3	47,2	34,6	27,3	91,8	89,9	80,0	47,7	47,3	62,6
2,61	99,7	94,3	85,2	76,2	61,6	51,2	94,3	90,5	88,4	59,0	48,1	65,1
3,39	100,0	99,2	96,0	91,1	80,1	70,2	92,8	95,4	93,4	70,6	58,0	66,5
4,09	100,0	99,9	99,1	97,1	90,5	82,8	99,4	98,3	96,0	79,4	63,1	68,0
4,35		100,0	99,5	98,1	93,0	86,4	100,0	99,1	94,6	81,6	70,1	70,3
4,6		100,0	99,7	98,8	94,9	89,2		100,0	98,7	91,9	83,8	69,3
4,78		100,0	99,8	99,2	96,0	91,0		100,0	99,4	95,6	81,4	70,0
5,22			100,0	99,7	97,8	94,3			100,0	100,0	97,3	96,0
5,48			100,0	99,8	98,5	95,8					100,0	96,4
5,65			100,0	99,9	98,9	96,5						97,8
5,83			100,0	99,9	99,2	97,2						98,5
6,26				100,0	99,6	98,4						100,0

Литература

1. Ужов В.Н. Очистка промышленных газов электрофилтрами. – М.: Издательство «Химия», 1967. – 344 с.
2. Гузеева Т.Н., Панин В.Ф., Гузеев В.В. Анализ расчётных и экспериментальных характеристик работы трубчатого электрофилтра / Матер. 12-й Всерос. науч.-техн. конф. «Энергетика: экология, надёжность, безопасность». – Томск: Изд-во ТПУ. – 2006. – 465 с.

ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОР КАК СРЕДСТВО ЭКОНОМИИ ЭНЕРГОРЕСУРСОВ

М.В. Дель, М.В. Арещенко

Научный руководитель доцент Л.И. Молодежникова
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема энергосбережения на промышленных предприятиях общеизвестна. Немалый вопрос в том, каким путем можно достичь желаемого результата. Поиску оптимальных решений и посвящена данная работа.

По существующим магистральным газопроводам газ транспортируется с давлением до 5,5...8,0 МПа. По отводам от газопроводов газ направляется к газораспределительным станциям (ГРС) и газораспределительным пунктам (ГРП), в которых давление уменьшается до значений 1,2 и 0,15 МПа, соответственно [1, 2].

Уменьшение давления газа обычно производится в дросселирующих устройствах различных типов, в которых энергия избыточного давления газа расходуется на преодоление гидравлических сопротивлений и, таким образом, безвозвратно теряется.

Нами в ТПУ произведен анализ возможности использования энергосберегающего комплекса на базе детандер-генераторного агрегата системы газоснабжения Томской ТЭЦ-3.

Согласно исходных данных, предоставленных предприятием: параметры газа на выходе из магистрального газопровода (давление, температура), состав и расход газа, длина газопровода до места

предлагаемой установки турбодетандера и давление газа после него, был выбран детандер-генераторный агрегат ДГА-5000, созданный АО «Криокор».

Отличительной особенностью эксплуатации детандер-генераторных агрегатов является то, что газ перед детандером должен быть подогрет до такой температуры, чтобы на выходе из детандера температура газа была не ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ [3]. Это связано с обеспечением нормальных условий работы, как самого детандера, так и газопроводов.

Проведенные расчеты показали, что газ перед детандером необходимо подогревать до $80\text{...}120\text{ }^{\circ}\text{C}$. Для подогрева газа на ГРС и ГРП можно использовать теплообменники, греющей средой в которых используется вода, нагретая в котлах, сжигающих органическое топливо. На теплоэлектростанциях газ можно подогреть за счет теплоты отборного пара турбин. К сожалению, данные процессы не являются экологически чистыми.

Избавиться от существующего недостатка можно, используя для подогрева газа перед детандером теплонасосную установку (ТНУ) [4] представленную на рис. Установка работает следующим образом.

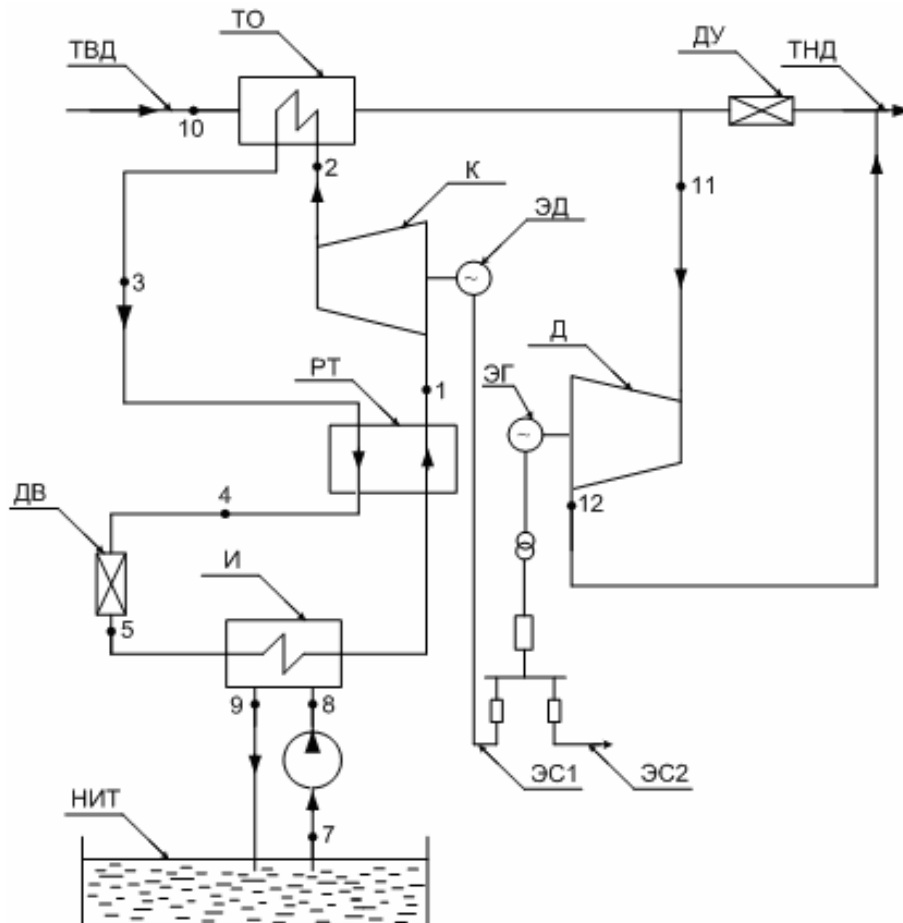


Рис. Принципиальная схема теплонасосной установки

Газ высокого давления поступает в теплообменник (ТО), греющей средой, в котором является хладагент, направляемый в теплообменник компрессором (К), вращаемым электродвигателем (ЭД). Хладагент, отдав теплоту в теплообменнике (ТО) поступает в регенеративный теплообменник (РТ). Затем он расширяется в дроссельном вентиле (ДВ), и поступает в испаритель (И), где нагревается за счет теплоты низкотемпературного источника (НИТ) и подается во входную патрубку компрессора (К). Нагретый в теплообменнике (ТО) газ высокого давления поступает в детандер (Д). После расширения в детандере газ поступает в трубопровод низкого давления (ТНД), а механическая работа газа, полученная в детандере, преобразуется в электрическую энергию в электрогенераторе (ЭГ). Часть полученной в генераторе электрической энергии используется через электрическую связь (ЭС1) для приведения в действие электродвигателя (ЭД) компрессора (К). Избыток электроэнергии, выработанной электрогенератором, через электрическую связь (ЭС2) может быть использован для электроснабжения внутренних потребителей, либо передан в общую сеть.

Из анализа схемы ясно, что для подогрева газа в установке используется как потенциальная энергия сжатого газа, так и энергия низкопотенциального источника теплоты (НИТ).

Для того чтобы определить, какая часть выработанной генератором электроэнергии может быть использована для обеспечения работы ТНУ и, в конечном счете, для подогрева газа, были проведены расчеты при условиях, характерных для работы ГРП.

- Расчет установки условно был разбит на три этапа:
- расчет цикла (схемы) теплонасосной установки;

– расчет процессов подогрева и расширения метана в детандере;
– расчет расхода теплоносителя низкопотенциального источника теплоты и мощности насоса для его перекачки.

При этом энергия для вращения компрессора подается от электрогенератора детандер-генераторного агрегата. Данная схема больше применима там, где нет собственного источника теплоты, например на ГРС.

По результатам анализа экономической эффективности проект по внедрению ДГА характеризуется сравнительно малым (4,5 года) сроком окупаемости, при этом экономия природного газа составит 1283 тыс. м³/год. В расчете не учитывалась динамика инфляционных процессов и возможность использования преференций по налоговым платежам.

Литература

1. Степанец А.А. Энергосберегающие турбодетандерные установки. – М.: Недрабизнесцентр, 1999. – 245 с.
2. Стерман Л.С., Шарков А.Т., Тевлин С.А. Тепловые и атомные электростанции. Уч. для ВУЗов. – М.: Энергоатомиздат, 1975. – 380 с.
3. Степанец А.А., Горюнов И.Т., Гуськов Ю.Л. Энергосберегающие комплексы, основанные на использовании перепада давления на газопроводах.//Теплоэнергетика. – 1995. – № 6. – С. 35 – 38.
4. Трухний А.Д. Термодинамические основы использования утилизационных турбодетандерных установок// Вестник ИЭИ. – 1999. – № 5. – С. 56 – 59.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ПРОЦЕССА ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ФТОРАНГИДРИТА НЕФЕЛИНОВЫМ ШЛАМОМ

Е.С. Дрозд

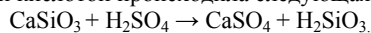
Научный руководитель профессор Ю.М. Федорчук
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

С момента появления и до настоящего времени производство фтороводорода в России является источником экологического неблагополучия в местах своего расположения. Оно сопровождается выбросами в атмосферу газообразного фтороводорода во время внеплановых остановок производства, образованием и накоплением на отвальных полях отходов в виде кислого или нейтрализованного безводного сульфата кальция – фторангидрита. Данный твердый отход накапливается в таких регионах, как город Ангарск Иркутской области, город Северск Томской области, город Пермь, регион Урала (город Полевской, Южно-Уральск). Фторангидрит имеет потребительскую ценность в строительной промышленности из-за вяжущих свойств, достаточно высокой степени белизны, регулируемой водорастворимости, но до последнего времени направляется в отвал.

Изучением свойств и процессов утилизации фторангидрита на кафедре занимаются с 1977 года и по настоящее время [1–3]. За указанный период времени разработаны способы обезвреживания и нейтрализации фторангидрита различными щелочными реагентами (известь, цемент, карбидный ил), а также исследованы направления использования фторангидрита в таких технологиях, как получение строительных растворов, конструктивных строительных материалов без применения цемента, используя только вяжущие свойства фторангидрита. Одним из перспективных щелочных реагентов является нефелиновый шлам. Этот техногенный реагент представляет собой многотоннажный отход алюминиевого производства. Например, в городе Ачинске нефелиновый шлам накапливается в размере 1 млн тонн в год.

Целью настоящей работы является исследование процесса обезвреживания кислого фторангидрита с помощью нефелинового шлама, что позволит утилизировать сразу два вида отходов.

Опыты проводили по следующей методике. Навеску нефелинового шлама помещали в смеситель, в который приливали стехиометрическое количество серной кислоты различной концентрации, тщательно перемешивали и полученную смесь заполняли формы размером 40×40×40 мм. Через сутки кубики были извлечены из форм, а через 7 и 28 суток данные кубики подвергались испытаниям на сжатие. В процессе обработки нефелинового шлама серной кислотой происходила следующая химическая реакция:



В результате указанного взаимодействия образовался сульфат кальция безводный, который и обладал вяжущими свойствами. Результаты испытаний кубиков на сжатие представлены в табл. 1.

Таблица 1

Зависимость предела прочности сжатию ангидритовых образцов от концентрации серной кислоты, вводимой в исходную шихту (без ускорителя схватывания)

№ п/п	Концентрация H ₂ SO ₄ , % масс	Предел прочности сжатию (МПа) через время твердения, сутки	
		7 суток	28 суток
1	98	4	4,2
2	94	3,4	3,4
3	70	2,6	1,05

Нейтрализацию фторангидрита, содержащего серную кислоту, провели с помощью нефелинового шлама. Для достижения требуемой прочности добавили определенное количество серной кислоты различной концентрации. В качестве ускорителя схватывания использовалась поваренная соль. Как и в предыдущем опыте, полученные кубики подвергались сжатию. Результаты испытаний кубиков на сжатие представлены в табл. 2.

Результаты исследования показали, что нефелиновый шлам после его сернокислой обработки обладает вяжущими свойствами и способен заменить высокомарочные вяжущие материалы (цемент) при получении отделочных строительных материалов (штукатурные растворы, шпатлевка). Нефелиновый шлам может быть использован как нейтрализующий агент. Например, ачинский нефелиновый шлам может быть использован в качестве высокоэффективного нейтрализатора для фторангидрита Томского региона.

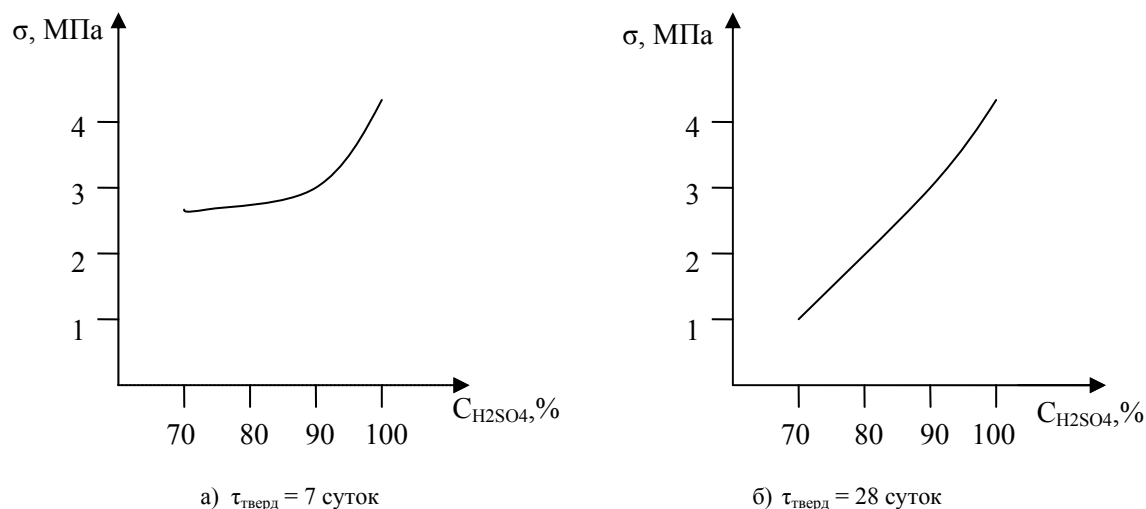


Рис. Зависимости предела прочности кубиков из нефелинового шлама сжатию от концентрации серной кислоты (без ускорителя схватывания)

Таблица 2
Зависимость предела прочности сжатию ангидритовых образцов от концентрации серной кислоты, вводимой в исходную шихту (с ускорителем схватывания)

№ п/п.	Концентрация H_2SO_4 , % масс	Предел прочности сжатию (МПа) через время твердения, сутки	
		7 суток	28 суток
1	98	4,5	3,7
2	94	1,2	0,8
3	70	0,9	0,3

Литература

1. Пат. 2266877 Россия. Строительные смеси и способ ее приготовления. Федорчук Ю.М., Зыков В.М., Цыганкова Т.С., Зыкова Н.С. Оpubл. 27.12.2005.
2. Федорчук Ю.М. Техногенный ангидрит, его свойства, применение // Учебное пособие. – Томск: изд-во ТПУ, 2005. – 110 с.
3. Федорчук Ю.М., Зыкова Н.С., Цыганкова Т.С. Использование твердых отходов фторводородного производства в строительной промышленности // Экология и промышленность России. – Томск, 2004. – № 6.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ СОЕДИНЕНИЙ АЗОТА

П.А. Дуданова

Научный руководитель доцент О.Б. Назаренко

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В последние годы усилилось загрязнение поверхностных водоисточников веществами антропогенного происхождения, в том числе и азотсодержащими веществами: ионами аммония, нитратами, нитритами, аммиаком.

Аммиак и ионы аммония содержатся в сточных водах производств химических, металлургических, нефтехимических, лакокрасочных, фотографических, газа и кокса, дубильных, минеральных удобрений. Нитраты содержатся в сточных водах производств химических, лакокрасочных, стекольных, фотоматериалов, в бытовых сточных водах, нитриты – в сточных водах производств химических, химико-фармацевтических, резинотехнических изделий, лакокрасочных и текстильных [2].

Основным же источником появления соединений азота в воде является сельское хозяйство, применяющее в больших количествах азотные удобрения [5]. Кроме того, ионы аммония, нитрит- и нитрат-ионы образуются при разложении белковых соединений, попадающих в воду с бытовыми сточными водами и сточными водами промышленных предприятий. Белковые вещества под воздействием микроорганизмов

подвергаются распаду, конечным продуктом которого является аммиак. Наличие последнего в природной среде свидетельствует о ее техногенном загрязнении.

Присутствие азотсодержащих веществ в питьевой и природных водах нежелательно и вызывает следующие отрицательные воздействия [5]:

1. Уменьшение содержания растворенного кислорода в результате окисления аммонийного азота. Расход на нитрификацию может достигать 27–44 % от общего потребляемого кислорода в воде.
2. Токсичное влияние иона аммония на рыб.
3. Эвтрофикация озер и устьев рек.
4. Увеличение биообрастаний, способствующих усиленной коррозии распределительных систем водоснабжения.
5. Возникновение привкусов, запахов и цветности воды.
6. Увеличение хлорпоглощаемости воды и снижение эффективности обеззараживания воды для хозяйственно-питьевых целей в результате образования хлораминов.
7. Отрицательное влияние на организм человека.

Под воздействием высоких концентрации нитратов возникает заболевание водно-нитратной метгемоглобинемией (уменьшение снабжения тканей кислородом), которое может привести к летальному исходу. Нитриты и нитраты в организме могут трансформироваться в канцерогенные нитрозоамины. В зарубежной литературе имеются сведения, что нитраты, даже при концентрации 10 мг/л в пересчете на азот, являются ядом для маленьких детей; систематическое же употребление взрослыми воды с такой концентрацией нитратов опасно для их здоровья, особенно для беременных женщин [3].

Аммиак вызывает заметное уменьшение содержания кислорода в крови рыб, они гибнут от удушья. Соединения аммония раздражают желудочно-кишечный тракт человека и теплокровных животных, изменяют органолептические свойства мяса рыб и окраску воды, раздражают кожу и слизистые оболочки при содержании в воде [2].

Вышеперечисленные проблемы вызывают серьезную озабоченность как гигиенистов, так и эксплуатирующего персонала на станциях водоочистки. Вопрос очистки питьевой воды от соединений азота является актуальным.

Минеральный азот может быть удален из воды физико-химическими и биологическими методами. Основными физико-химическими методами являются: отдувка воздухом, окисление, ионный обмен, электродиализ, адсорбция на различных материалах, мембранные методы (ультрафильтрация, нанофильтрация, обратный осмос), каталитическое восстановление.

Наибольшее распространение получили методы отдувки аммиака воздуха при рН очищаемой воды 10,8–11,5 и микробальной нитрификации-денитрификации. Первый из этих методов отличается достаточно низкой стоимостью при высокой производительности. Однако его эффективность резко снижается в холодную погоду. Если летом при рН воды 11,5 и расходе воздуха 3000 и 6000 м³ на 1 м³ очищаемой воды из нее удается удалить 95 % и 98 % аммиака соответственно, то зимой нижний предел отдувки аммиака составляет 50–60, а то и 30–50 %. Повышение рН очищаемой воды обеспечивается введением в нее больших количеств Са(ОН)₂ [4]. В результате при продувании воздуха в трубопроводах, задвижках, на решетках отгонных башен откладывается СаСО₃ в виде очень плотной корки, и эффективность работы системы резко падает. Процесс экономически целесообразен при концентрации аммиака в воде, поступающей на очистку, больше 100 мг/л. Поэтому для очистки сточных вод, сбрасываемых в реки, этот метод нецелесообразен.

Суть биологического метода нитрификации-денитрификации заключается в первоначальном биоокислении соединений азота до нитратов и последующем биовосстановлении нитратов до азота. Необходимость дополнительного введения метанола (для интенсификации процесса), двухстадийность процесса удорожают стоимость биологического метода. Наличие в очищаемой воде фенолов и ионов тяжелых металлов замедляет процесс очистки и ухудшает качество воды. Степень очистки сточных вод от соединений азота этим методом не превышает 80–90 % [4].

Для очистки сточных вод от аммонийного азота ее рекомендуют обрабатывать такими окислителями, как хлор и озон. Метод хлорирования получил большое распространение, но требует очень точного соблюдения условий реакции и поэтому сложен в управлении. В нем заложена обработка воды избытком хлора, что удорожает очистку; кроме того, избыточный хлор необходимо из воды удалять. Метод применим при концентрации аммонийного азота до 10 мг/л [4].

Метод очистки воды от азотсодержащих веществ с помощью обратного осмоса имеет ряд серьезных недостатков, таких, как существенное изменение исходного качества воды, необходимость предварительной обработки воды с целью исключения засорения модулей и обрастания мембран, наличие концентрированных стоков, требующих удаления и переработки, поэтому данный метод не получил распространения. Процесс ультрафильтрации в чистом виде непригоден, нужно использовать дополнительные реагенты (например, КПАВ). Максимальное удаление нитратов в процессе нанофильтрации составляет 60–70 %. Внедрению метода электродиализа для очистки вод от соединений азота препятствует недостаточно высокая селективность мембран, необходимость предварительной подготовки воды, наличие концентрированных отработанных растворов, требующих дополнительных затрат на их переработку или ликвидацию [5].

Процесс каталитического восстановления проходит, как правило, при атмосферном давлении, некоторые системы позволяют восстанавливать нитраты прямо до свободного азота. Недостаток метода – сложность изготовления катализаторов, недостаточная селективность действия, иногда требуется высокая температура, возможно формирование азотных примесей [3].

Для очистки воды от ионов аммония применяют метод адсорбции. В качестве адсорбента используют опоки – минералы, основой которых являются диоксид кремния и оксид алюминия; это экологически безопасный

продукт. Раздробленными опоками засыпают береговую зону водоемов. Эффективность очистки достаточно высока [1].

В связи с обнаружением на территории США, Японии, России и других стран крупных промышленных месторождений природных цеолитов клиноптилолита и модернита, обладающих высокой избирательностью к ионам аммония, начиная с 60-х годов проводятся работы, направленные на применение этих природных ионообменников в процессах очистки сточных вод от аммонийного азота, а также нитратов, нитритов и аммиака [4]. Сорбционные свойства у цеолитов проявляются также в отношении органических загрязнений, придающих воде привкусы и запахи, ряда тяжелых металлов и радионуклидов. Применение цеолитов повышает эффективность осветления воды. Практическое использование цеолитов в промышленных масштабах осуществлено на одной из водоочистных станций г. Москвы с целью фильтрации воды. Результаты работ показали высокую эффективность цеолита как фильтрующего материала. По данным водоочистной станции применение цеолитов вместо песка дает возможность повысить объем фильтрации в 1,5–2 раза и повысить грязеемкость фильтра на 20–50 %. Преимуществом цеолитовой загрузки, по сравнению с песчаной, является и то, что кажущаяся плотность цеолита в воде ниже кварца в 1,5–2 раза, что существенно улучшает промывку фильтра. Загрузка фильтров цеолитом вместо кварцевого песка улучшает качество фильтрации на 30 % при одновременном увеличении скорости и продолжительности фильтрации на 20–50 %. По результатам исследований Восточно-Сибирского технологического института цеолитизированные породы пригодны для использования без предварительной подготовки; а после обработки хлоридом натрия сорбция цеолитсодержащих пород увеличивается. Принимая во внимание описанные выше преимущества цеолита, можно однозначно сказать о целесообразности применения его для очистки воды, в том числе и от соединений азота, при этом возможно ожидать сокращения эксплуатационных расходов за счет совмещения операций фильтрации и сорбции, снижения затрат на приобретение синтетических катионитов, сокращения числа аппаратов на водоподготовке.

На основании изложенного можно заключить, что универсальных методов очистки воды от соединений азота не существует. Каждый из методов имеет свои преимущества и недостатки. Но наиболее перспективными методами являются биологическая очистка и очистка с использованием природных цеолитов. Очистка будет более эффективной, если эти методы сочетать с традиционными методами очистки воды. В условиях повсеместного роста загрязнения окружающей среды, особенно в промышленно развитых странах, особую значимость приобретают дешевые природные материалы, способствующие улучшению ее экологического состояния. Поэтому масштабы использования цеолита для очистки воды нужно увеличивать.

Литература

1. Алыков Н.М., Алыкова Т.А., Забабурина В.Г., Забабурина А.Г., Алыков Е.М. Очистка воды от ионов аммония // Экология и промышленность России. – 2003. – № 10. – С. 20–22.
2. Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных сточных водах: Справочник. – Л.: Химия, 1979. – 160 с.
3. Ивлева О.С., Гончарук В.В. Методы удаления нитратов из природных и питьевых вод // Химия и технология воды. – 2006. – Т. 28, № 3. – С. 256–273.
4. Природные сорбенты в процессах очистки воды / Тарасевич Ю.И. – Киев, 1981. – 208 с.
5. Слипченко В.А., Малицкая Т.Н. Удаление минеральных азотсодержащих веществ из питьевой воды // Химия и технология воды. – 1992. – Т. 14. – № 1. – С. 35–47.

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ К ПОСТРОЕНИЮ МОДЕЛЕЙ ОГНЕПРЕГРАДИТЕЛЕЙ

Т.А. Задорожная, Д.А. Лаптев, А.А. Сечин

Научный руководитель профессор А.И. Сечин

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Проблема защиты промышленных предприятий от пожаров и взрывов, и, как правило, залповых выбросов в окружающую среду больших объемов загрязнителей, неразрывно связана с изучением пожаровзрывоопасности технологического процесса производства, возможности распространения горения по технологическим средам и разработкой технических средств, препятствующих распространению пламени. Недооценка опасностей, которые могут возникнуть во время проведения технологического процесса или ремонтных работ могут привести к авариям, пожарам, взрывам и существенной нагрузке на окружающую среду.

К защите производств от взрывов и загораний с помощью огнепреграждающих устройств прибегают в случаях, когда существует опасность образования горючей парогазовоздушной среды и достаточно велика вероятность появления потенциальных источников зажигания. При этом стремятся не допустить проникновения пламени внутрь технологического оборудования или локализовать очаг горения в пределах определенного аппарата или трубопровода, способного выдержать последствия горения (взрыва).

Действие огнепреградителей основано на явлении гашения процесса горения в узких каналах, диаметр которых меньше определенного критического размера и через которые свободно проходит взрывоопасная парогазовоздушная смесь, а пламя, разделенное на множество потоков, распространяться не может.

Известен ряд документов по устройству и применению огнепреграждающих устройств на пожаровзрывоопасных производствах и установках [1–3]. Однако только в некоторых из них [3] регламентировалось устройство отдельных видов промышленных огнепреградителей, в остальных случаях устройства проектировались на основании имеющихся литературных данных и справочных пособий [4–5].

Выпускаемые промышленностью кассетные огнепреградители обладают невысокой огнестойкостью, что наряду с другими недостатками, ограничивает возможность их применения на объектах нефтегазового

комплекса. В связи с этим, вопросы разработки общих требований к проектированию и эксплуатации огнепреградителей, представляют актуальную задачу.

Как правило, горение сопровождается образованием зоны светящихся продуктов, традиционно воспринимаемое как пламя. Появление пламени при горении обязательно, но горение систем, всегда сопровождается пламенем. Если в какой-либо области реакционной системы проиницировать процесс горения, то при определенных условиях зона реакции может распространяться по еще не прореагировавшей области. Это воспринимается наблюдателем как распространение волны, и получило определение фронта пламени. Нередко исследователи применяют термин «волна горения», имеющий более широкий смысл, т.к. процесс не обязательно сопровождается пламенем.

Распространение волны горения исследователи представляют себе:

- как результат воспламенения не прореагировавших слоев смеси вследствие теплопроводности из области, где происходит горение – тепловой механизм;
- либо путем инициирования реакции протиффундировавшими из воспламенившихся слоев смеси химически активными частицами – цепной механизм.

Часто оба этих механизма действуют одновременно.

Особенность горения заключается в том, что условия, необходимые для его протекания, возникают в ходе самой реакции. Обычно этими условиями являются высокая температура, а также достаточная концентрация активных веществ (радикалов), «несущих» цепь горения.

Как правило, в технологической схеме, перед огнепреградителями рекомендуют ставить диффузор, с целью компенсации проходного сечения. В связи с этим при расчете огнепреградителя необходимо предусмотреть: угол раствора диффузора, толщину огнепреградителя, необходимость создания охлаждающей камеры за огнепреградителем, а также учесть, что огнепреградитель должен выдерживать многократное воздействие волны давления превышающей величину максимального давления взрыва среды, где он устанавливается. Следует отметить, что таких устройств просто нет.

Для построения расчетной модели был использован механизм процессов переноса в струях, связанный с передачей импульса окружающей среде и вовлечением ее в движение, что позволяет нам использовать при исследовании основные закономерности развития турбулентных струй.

Область работы модели по давлению среды в технологическом объеме от 10 Па до 3 МПа. Известно, что протяженность начального участка для круглой осесимметричной струи определяется из выражения [6-9]:

$$S_0 = \frac{0,67 \cdot R_0}{a}, \quad (1)$$

где S_0 – расстояние от среза сопла, м; R_0 – радиус сопла, из которого вытекает струя, м; a – экспериментальный коэффициент структуры струи, учитывающий ее начальную турбулентность и неравномерность входного поля скорости.

Плюс основного участка расположен за соплом на расстоянии от его среза h_0 (м), для круглой струи:

$$h_0 = \frac{0,29 \cdot R_0}{a}. \quad (2)$$

Граница струи на основном участке расположена на расстоянии $R_{гр}$ (м) от оси потока и рассчитывается по формуле:

$$R_{гр} = \frac{3,3 \cdot R_0 \cdot w_0}{w_m}, \quad (3)$$

где w_0 – начальная скорость потока, м/с; w_m – скорость на оси струи основного участка, м/с.

Затухание скорости на оси струи определяется из соотношения:

$$\frac{w_m}{w_0} = \frac{0,96}{0,29 + a \cdot S/R_0}, \quad (4)$$

где S – расстояние от среза сопла до точки на оси, где определяется затухание скорости, м.

Скорость в поперечном сечении струи w (м/с) определяется из следующего выражения:

$$w = w_m \cdot \left[1 - \left(\frac{y}{R_{гр}} \right)^2 \right]^2, \quad (5)$$

где y – расстояние от оси струи, м.

Начальную скорость потока при выходе из сопла можно определить из уравнения затраты давления на создание скорости потока [8-9]:

$$dp = \frac{w_0^2 \cdot \rho}{2}, \quad (6)$$

где dp – затраты давления на создание скорости потока на выходе из сопла (разница давлений), Па; w_0 – скорость потока на выходе из сопла (начальная скорость), м/с; ρ – плотность газа (воздуха), кг/м³.

Плотность газа может быть рассчитана на основе уравнения состояния для идеальных газов [9]:

$$p \cdot V = \frac{m}{Mг} \cdot R \cdot T, \quad (7)$$

где p – давление газа, Па; V – объем занимаемый газом, м³; R – универсальная газовая постоянная; T – температура, °K; m – масса газа, кг; $Mг$ – масса 1 кмоль газа, кг/кмоль.

Из этого уравнения следует, что плотность газа ρ ($\text{кг}/\text{м}^3$) может быть рассчитана по формуле:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{p \cdot Mr}{R \cdot T} \quad (8)$$

Массовый расход газа M ($\text{кг}/\text{с}$) проходящего через сопло в единицу времени можно определить следующим образом [8]:

$$M = w_0 \cdot f \cdot \rho, \quad (9)$$

где w_0 – скорость потока на выходе из сопла, $\text{м}/\text{с}$; ρ – плотность газа, $\text{кг}/\text{м}^3$; f – площадь поперечного сечения среза сопла, м^2 .

Так как сечение среза сопла круглое, то уравнение (9) принимает следующий вид:

$$M = 3,14 \cdot R_0^2 \cdot w_0 \cdot \rho, \quad (10)$$

где R_0 – радиус сопла, из которого вытекает струя, м .

Теперь, зная массовый расход газа, можно определить массу газа dm (кг) прошедшего через сопло за определенное время:

$$dm = M \cdot t, \quad (11)$$

где t – время, которое газ протекал через сопло, с .

В ходе работы была составлена программа, которая позволяет рассчитать внешние габариты струи, а соответственно и необходимых размеров огнепреградительного устройства, при заданном давлении в технологическом объеме.

Литература

1. Руководящий технический материал. Огнепреградители ацетиленовые. РТМ-6-30-003-75.– М.: Минхимпром, 1975. – 30 с.
2. Руководящий технический материал. Огнепреградители общепромышленные. РТМ-6-28-006-76.– М.: Минхимпром, 1976. – 45 с.
3. Информационное письмо «О конструктивных недостатках огнепреградителей, используемых на предприятиях химической промышленности». ВНИИТБХП, Северодонецк, 1975.
4. Промышленные взрывы. Оценка и предупреждение/Бесчастнов М.В.– М.: Химия, 1991. – 432 с.
5. Пожарная опасность наружных технологических установок переработки горючих газов и легковоспламеняющихся жидкостей: Обзорная информация. М.: ВНИИПО МВД СССР. 1992. – 34 с.
6. Основы практической теории горения: Учеб. пособие для вузов / Под ред. В.В.Померанцева. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1986. – 312 с.
7. Сборник задач по теории горения: Учебн. пособие для вузов / Под ред. В.В.Померанцева. – Л.: Энергоатомиздат. Ленингр. отд-ние, 1983. – 152 с.
8. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Уч. пособие для вузов. / Под ред. П.Г. Романкова. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.
9. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1971. – 784 с.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПАРОСТРУЙНЫХ ЭЖЕКТОРОВ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛА ГОРЯЧИХ СТОКОВ

Е.В. Захарова, Ю.А. Чащина

Научный руководитель доцент Л.И. Молодежникова
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Многие производственные процессы требуют нагрева рабочих сред. Наиболее распространенным теплоносителем здесь является пар. Достоинство парового обогрева неоспоримы – значительное количество тепла, приходящееся на единицу массы, широкий диапазон регулирования температуры и свойство пара конденсироваться только на поверхностях с температурой ниже конденсации. Представляет интерес применение теплового парозежекционного насоса, обеспечивающего охлаждение сбрасываемых горячих вод с производством технологического пара.

На производственных предприятиях не редко конденсат, имеющий относительно низкую температуру ($40 \dots 100 \text{ }^\circ\text{C}$), но являющийся горячей водой, сбрасывается в дренаж либо возвращается в технологию после охлаждения без утилизации тепла. При значительной протяженности конденсатных трубопроводов практически во всех случаях его температура снижается до температуры окружающей среды и содержащееся в нём низкопотенциальное тепло рассеивается. В некоторых схемах конденсат имеет температуру несколько ниже $100 \text{ }^\circ\text{C}$, в других является перегретой средой относительно атмосферных параметров. Использование отработанного пара, содержащего значительное количество конденсата, также затруднено. С одной стороны его температура недостаточна для дальнейшего использования, с другой он является потенциальным теплоносителем [1].

Другим емким источником низкопотенциального тепла являются системы охлаждения технологических агрегатов. Это тепло практически нигде не утилизируется. Как правило, рассеивание тепла в атмосферу производится на градирнях или аппаратах воздушного охлаждения. К водооборотным системам охлаждения предъявляются требования не только сброса тепла, но и охлаждения теплоносителя до заданной температуры. Практика показывает, что наиболее широко применяющиеся аппараты – градирни в летний период работают с перегрузкой, не обеспечивая необходимое охлаждение оборотной воды [1]. Работа градирен летом характеризуется большой потерей воды (испарение, брызгоунос) и охлаждением только лишь на $2 \dots 3 \text{ }^\circ\text{C}$.

В одних из наиболее энергоемких промышленных процессах – выпарки, для экономии греющего высокопотенциального пара давно и успешно используются струйные пароинжекторы. В этих аппаратах выпар (инжектируемая среда), имеющая параметры как выше атмосферных, так и ниже, сжимается под действием первичного котельного пара более высоких параметров. Смешанный в пароструйном термокомпрессоре поток паров имеет рабочее давление, и направляется в греющую камеру. Таким образом, удастся сэкономить массу и тепло, равное теплу эжектированного вторичного пара. Другими, также распространенными, системами использования пароструйных аппаратов являются парозежкторные холодильные машины. Принцип действия этих установок заключается в создании вакуума над свободной поверхностью оборотной воды с ее непрерывным испарением. Испарение проходит до равновесного состояния давления и температуры – жидкость охлаждается за счет отдачи тепла выпару. В этих установках сжатый паровой поток конденсируется, отдавая тепло охлаждающей воде без его утилизации.

Рассмотрев принципы работы описанного выше оборудования и технологий можно заключить, что пароструйные аппараты используются либо для термической компрессии отработавшего пара с полезной утилизацией его тепла и массы без захлаживания источника, либо для охлаждения оборотной воды без утилизации тепла и массы эжектированного потока. Подытожив изложенное выше можно заключить, что применение пароструйных аппаратов для совместного решения вопросов технологии и энергоэффективности перспективно для:

- утилизации тепла сбрасываемых нагретых вод или конденсата;
- утилизации тепла систем охлаждения агрегатов;
- утилизации тепла вторичных и отработанных паров.

Пароструйный эжектор – устройство, в котором происходит обмен энергиями между активным потоком (рабочим паром) и пассивным потоком (эжектируемой парогазовой смесью) посредством их контакта с образованием смешанного парогазового потока, имеющего энергию меньшую, чем активный и большую, чем пассивный.

Энергетическая эффективность струйного аппарата характеризуется коэффициентом эжекции (U): отношением расхода низкопотенциальной среды, которая эжектируется единицей массового расхода высокопотенциальной рабочей среды $U = G_n/G_p$. Чем больше U при выбранных параметрах потоков, тем эффективней аппарат. При конструировании одиночного эжектора его степени повышения давления инжектируемой (пассивной) среды ограничивают величинами от 3 до 6 [2]. При таких степенях повышения давления коэффициенты эжекции обычно равны значениям в диапазоне: 0,6...0,2, соответственно, расходы рабочего пара для сжатия единицы массы эжектируемой среды составляют 1,7...5 [2].

Нами предлагается к внедрению модульная установка парозежкторного теплового насоса, состоящая из парозежктора, испарительной емкости, приборов контроля и регулирования, насосов и работающая следующим образом. Подача пара к потребителю в случае его низких параметров может осуществляться непосредственно от котельной по байпасной линии или через пароструйный компрессор при высоком его давлении (8 и более ат). Пароструйный компрессор всасывающим патрубком соединен с испарительной емкостью. Конденсат или горячая вода подается в испарительную емкость, выполняющую функцию аппарата мгновенного вскипания. Высокопотенциальный пар через трансформацию в эжекторе создает вакуум в испарительной камере, соответствующий температуре кипения 40...60 °С. Жидкость, тепло которой утилизируется, вскипает и охлаждается. Выпар, представляющий собой поток массы со скрытой теплотой парообразования, сжимается в эжекторе котельным паром до параметров рабочего пара, используемого в технологии предприятия.

В пароструйном компрессоре выпар сжимается рабочим паром до давления, требуемого потребителю. При этом происходит частичное замещение расхода пара от источника эжектируемым из испарительной емкости. Когда температура поступающей на утилизацию жидкости ниже расчетной и для ее самоиспарения требуется более глубокий вакуум, который не может поддерживать парозежктор при имеющихся параметрах рабочего пара, пар к потребителю системой автоматики направляется по байпасной линии.

Из недостатков нужно отметить, что установка надежно работает только при расчетных нагрузках, и должна быть оснащена автоматизированной запорно-регулирующей арматурой и КИП. При охлаждении оборотных вод требуется их деаэрация и очистка от легкокипящих примесей. Несмотря на простоту конструкции, ее эксплуатация требует высокой квалификации персонала. Достоинство в том, что использование данного метода позволяет экономить достаточно значительные количества тепла и массы пара. Стоит особо подчеркнуть, что данный принцип позволяет производить захлаженную воду и одновременно утилизировать тепло, полученное от охлаждаемых агрегатов.

В качестве примера приведем некоторые расчетные параметры работы установки: подача горячей жидкости 10 т/ч при температуре 90 °С, требуется ее охлаждение до 60 °С (давление насыщения пара в испарителе 0,02 МПа). Требуемое потребление сжатого пара потребителем – 20 т/ч при его давлении 0,15 МПа и 110 °С. На установку подается рабочий пар от котельной с параметрами 1,3 МПа и 190 °С [2, 3].

Для таких условий эжектор должен сжимать эжектируемый пар с 0,02 до 0,15 МПа (в 7,5 раз), а степень снижения рабочего давления составит $1,3/0,02 = 65$. При таких соотношениях давлений массовый коэффициент инжекции правильно сконструированного пароструйного термокомпрессора составит 0,16. Для заданных условий работы утилизационной установки расход эжектируемого пара из испарительной емкости будет в пределах 2,8 т/ч, а расход рабочего пара на эжектор от котельной – 17,3 т/ч. Утилизируя 2,8 т/ч, возвращается порядка 1,7 МВт тепла, что соответствует охлаждению воды от 90 до 60 °С в количестве 50 т/ч.

Литература

1. Соколов Е.Я. Зингер Н.М. Струйные аппараты. – 3-е изд., перераб. – М.: Энергоатомиздат, 1989. – 352 с.

2. Вулкалович М.П., Ривкин С.П., Александров А.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара. – М.: Издательство стандартов, 1969.
3. Фисенко В.В. Критические двухфазные потоки. – М.: Атомиздат, 1978. – 180 с.

РАЗРАБОТКА МЕХАНИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОБЕСПЫЛИВАНИЯ ГАЗОВ НА БЕЛОВСКОЙ ГРЭС

В.В. Иноземцева

Научный руководитель доцент М.В. Василевский
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Среди проблем защиты окружающей среды наиболее актуальной проблемой является охрана воздушного бассейна, так как загрязненный воздух является основным фактором, обуславливающим экологическую обстановку. Охрана воздушной среды от загрязнений промышленными выбросами является важнейшей социальной и общественной задачей, входящей в комплекс задач глобальной проблемы охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Ежегодно в мире в атмосферный воздух поступает более 200 млн т оксида углерода, до 150 млн т диоксида серы, свыше 50 млн т оксида азота, более 50 млн т различных углеводородов, более 250 млн т мелкодисперсных аэрозолей и т.д. Известно, что загрязнение воздуха промышленными выбросами наносит значительный материальный ущерб народному хозяйству и приводит к увеличению заболеваемости населения [1].

Для качественного решения этой проблемы необходимо рассмотреть комплекс вопросов, одним из которых является конструкция газоочистного оборудования и разработка технологии газоочистки. Наличие большого числа газоочистных аппаратов, весьма отличающихся друг от друга как по конструкции, так и по принципу действия, затрудняет точную их классификацию. По способу очистки существующие пылеуловители делят на группы сухой, мокрой и электрической очистки.

Для сепарации частиц пыли из газового потока в сухих аппаратах используют принципы инерции или фильтрации. В мокрых аппаратах это достигается промывкой запыленного газа жидкостью или осаждением частиц пыли на жидкостную пленку. В электрофильтрах осаждение происходит в результате сообщения частицам пыли электрического заряда. Вредные газообразные компоненты улавливают в аппаратах сорбционного типа [2].

На Беловской ГРЭС используются аппараты мокрой очистки газов. В основе мокрого пылеулавливания лежит контакт запыленного газового потока с жидкостью, которая захватывает взвешенные частицы и уносит их из аппарата в виде шлама. Но метод мокрой газоочистки имеет следующие недостатки:

- улавливаемый продукт выделяется в виде шлама, что связано с необходимостью обработки сточных вод и, следовательно, с удорожанием процесса очистки;
- потери жидкости вследствие брызгоуноса;
- в случае очистки агрессивных газов аппаратуру и коммуникации необходимо изготавливать из антикоррозийных материалов и применять антикоррозийные покрытия;
- отложения на лопастях дымососа;
- уменьшение самотяги трубы и рассеивание загрязнений в окружающую среду.

В качестве орошающей жидкости в мокрых пылеуловителях чаще всего применяют воду. В целях уменьшения количества отработанной жидкости при работе мокрых пылеуловителей применяют замкнутую систему орошения [3].

Установленные на Беловской ГРЭС золоуловители МВ – мокрого типа, предназначены для очистки от золы уходящих дымовых газов при сжигании твердого топлива.

Золоулавливающая установка (ЗУУ) корпуса котла ПК-40-1 состоит из 5 труб «Вентури» и 5 центробежных скрубберов, включенных параллельно по ходу газа и объединенных общей системой орошения, строительными конструкциями и контрольно-измерительными приборами.

Труба Вентури (ТВ) служит для коагуляции (укрупнения) золовых частиц и состоит из трех частей: конфузора, горловины и диффузора. Для орошения ТВ служит форсуночное устройство, основным элементом которого является центробежная механическая форсунка. Сопловое отверстие форсунки направлено в сторону ТВ, по ходу дымовых газов.

Центробежный скруббер (СЦ) служит для выделения из потока дымовых газов капель с осевшими на них золовыми частицами, а также частичного улавливания из газа золовых частиц, не осевших на каплях в ТВ. СЦ представляет собой сварной цилиндр с коническим днищем, которое заканчивается гидрозатвором для удаления пульпы. На корпусе скруббера в его верхней части имеется распределительный коллектор с сопловыми устройствами. Основным элементом сопловых устройств является сопло, представляющее собой капроновую трубку с внутренним диаметром 7 мм, введенную через гильзу тангенциально в СЦ. Количество орошающих сопловых устройств 24 штуки. Для создания непрерывной пленки на внутренней поверхности. Газы подводятся в нижней части цилиндра корпуса СЦ через входной патрубок, подсоединенный к цилиндру тангенциально под углом 8° , удаляется через верхние отверстия. Содержащиеся в газах твердые частицы под действием центробежной силы прижимаются к поверхности цилиндра, покрытой движущейся водяной пленкой, прилипают к ней и удаляются через гидрозатвор в канал ЗУУ. Котел ПК-40-1 предназначен для работы с жидким шлакоудалением.

В систему ЗУУ входят 4 насоса смывной воды, из которых три насоса являются рабочими, а один резервным. Они служат для подачи воды на побудительные сопла с давлением 8-7,5 атмосфер для транспортировки шлама и золы по самотечным каналам до приемных колодцев багерных насосов. Так же имеется 2 насоса технической воды, которые предназначены для поддержания давления в коллекторе смывной воды, забор воды на всос технических насосов осуществляется от коллектора орошающей воды. Орошающие

насосы в количестве трех предназначены для подачи воды на орошение золоуловителей, а так же для заполнения ванн шлаковых шнеков. Забор воды насосов орошения скрубберов осуществляется из трубопровода возврата с золоотвала.

Для транспортировки гидрозолошлаковой смеси от котлов до багерной насосной проложены каналы. Каналы выполняются с уклоном в сторону багерной. Для обеспечения нормального движения золошлаковой смеси по каналу вдоль него устанавливаются побудительные сопла диаметром 8 мм через каждые 5-7 метров. Золошлаковая смесь попадает в из канала в приемный колодец с отсекающей шандорой. Перед колодцем установлена металлическая решетка для улавливания крупных и тяжелых предметов. Багерные насосы расположены на отметке -8м и соединены с приемными колодцами всасывающим патрубком. От багерных насосов начинается внешний золопровод. Шесть багерных насосов работают на три золопровода.

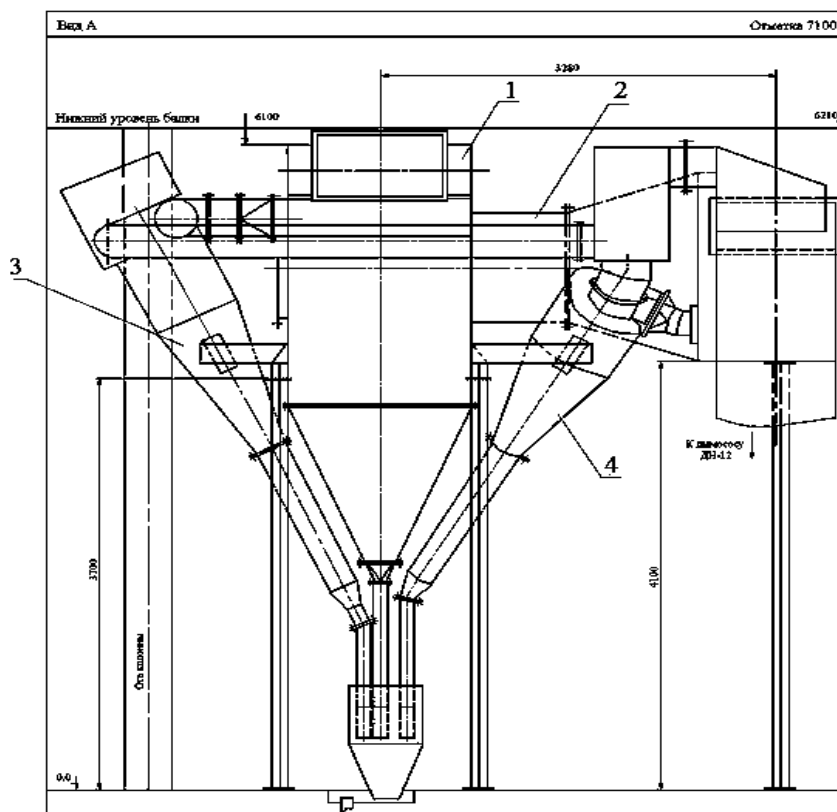


Рис. Компоновочная схема газоочистки

Система сложна в эксплуатации. Багерные насосы выводят на ремонт после тысячи часов отработанного времени из-за износа проточной части, проводятся операции по очистки колодцев, решеток от зольных отложений.

Для устранения недостатков систему ГЗУ произведем замену мокрой очистки газов на сухую, так как одним из наиболее распространенных и надежных способов очистки промышленных газов является механическая очистка в сухих аппаратах. Большинство центробежных аппаратов можно изготавливать непосредственно на монтажных площадках, они дешевле других аппаратов, проще в эксплуатации.

Была разработана промышленная установка. На рис. представлена компоновочная схема газоочистки.

Принцип работы установки следующий: запыленный газовый поток поступает в вихревой разгрузитель - концентратор (ВРК) 1, снабженный собственным пылесборным бункером, где происходит осаждение крупных частиц. Неотсепарированные в пылесборном бункере ВРК частицы концентрируются на стенке и выводятся в выносной циклон ВРК 3, где происходит осаждение частиц. Очищенный газ из циклона присоединяется к основному очищенному потоку. Очищенный от крупных частиц в ВРК поток поступает в прямоточный циклонный концентратор (ПЦК) 2. Здесь тонкая пыль концентрируется и выводится в выносной противоточный циклон ПЦК 4, где происходит осаждение частиц. Очищенный газ из циклона присоединяется к основному очищенному потоку. Основной очищенный от пыли поток из ПЦК поступает на вход дымососа. Концентрат из ВРК и ПЦК отводится в противоточные ЦА, снабженные транзит - приемниками для успокоения жгутов пыли, где происходит уменьшение крутки потока, затухание несущего вихря и успокоение жгутов пыли. В транзит-приемниках происходит непрерывное затухание потоков, что способствует формированию насыпного слоя, содержащего частицы размером менее 10 мкм. Благодаря применению циклонов с транзит- приемниками происходит высокоэффективная сепарация тонкой пыли, а благодаря применению регулирующих устройств на ВРК осуществляется настройка работы оборудования в зависимости от режима работы котла. Выполненные натурные замеры эффективности показали, что эффективность установки составляет 95 %. Аппараты

механической очистки предполагается установить вместо скрубберов, а удаление золы осуществлять эжекторными струйными аппаратами, что предотвращает поломки и повышает надежность системы.

Литература

1. Папоян Р.П. Оборудование для охраны атмосферного воздуха от промышленной пыли: Учебное пособие для вузов. – М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2004. – 121 с.
2. Справочник по золо- и пылеулавливанию/ М.И. Биргер, А.Ю. Вальдберг, Б.И. Мягков и др.; Под общ. ред. А.А. Русанова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1993. – 312 с.
3. Швыдкий В.С., Ладыгичев М. Г. Очистка газов: Справочное издание/ В.С. Швыдкий, М.Г. Ладыгичев. – М.: Теплоэнергетик, 2002. – 640 с.

АЛГОРИТМ ДАТИРОВКИ СОЛНЕЧНОЙ АКТИВНОСТИ ПО ДРЕВЕСНО-КОЛЬЦЕВЫМ ХРОНОЛОГИЯМ И ИЗОТОПНОМУ СОСТАВУ ЛЕДЯНОГО КЕРНА

О.А. Карась¹, Ю.В. Волков¹

Научный руководитель профессор В.А. Тартаковский²

¹Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

²Институт мониторинга климато-экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия

Прежде чем приступать к датированию, необходимо получить точные хронологические шкалы. Они представляют собой длительные ряды экспериментальных данных, характеризующие природно-климатические изменения. Традиционным источником этих данных уже стали годовичные кольца деревьев. Их ширина и изотопный состав содержат информацию о солнечной активности и климатических эффектах на большой шкале времени в прошлом. Полярный лед также является еще одним важным источником климатической информации. По концентрации изотопов в ледяных отложениях можно получить дополнительную информацию на более длительные временные периоды.

Надежной основой для хронологии служит тяжелый изотоп кислорода ^{18}O . Его содержание в атмосферном воздухе зависит от температуры. Чем выше температура воздуха, тем больше воды испаряется и тем большее количество O^{18} переходит в атмосферу. Затем изотоп кислорода попадает в состав компонентов годовичных колец деревьев и кернов льда. Информация, внесенная в кольца и во вмороженные в лед пузырьки воздуха, сохраняется сотни и тысячи лет.

В данной работе использовались данные о содержании изотопа ^{18}O в кернах льда гренландских скважин [1], а также его содержание в образцах древесины годовичных колец лиственницы, отобранных в горах Байкальского хребта [2].

Датировка годовичных колец по их природе имеет абсолютный характер. За один вегетационный период – один слой прироста, одно годовичное кольцо. КERN льда может быть датирован по методу «глубина/возраст». Пробурив ледниковый щит, можно проследить в колонке льда хорошо сохранившиеся годовые слои, уверенно отделяемые друг от друга по летним и зимним отложениям, которые различаются по структуре, плотности и запыленности. Такое отделение не представляет особого труда для последних нескольких тысяч лет, однако с глубиной проводить его все сложнее, так как из-за давления вышележащих слоев различия сглаживаются.

Исходные данные по содержанию изотопа кислорода в древесно-кольцевой и ледовой хронологиях имеют протяженность около 600 лет (рис.1).

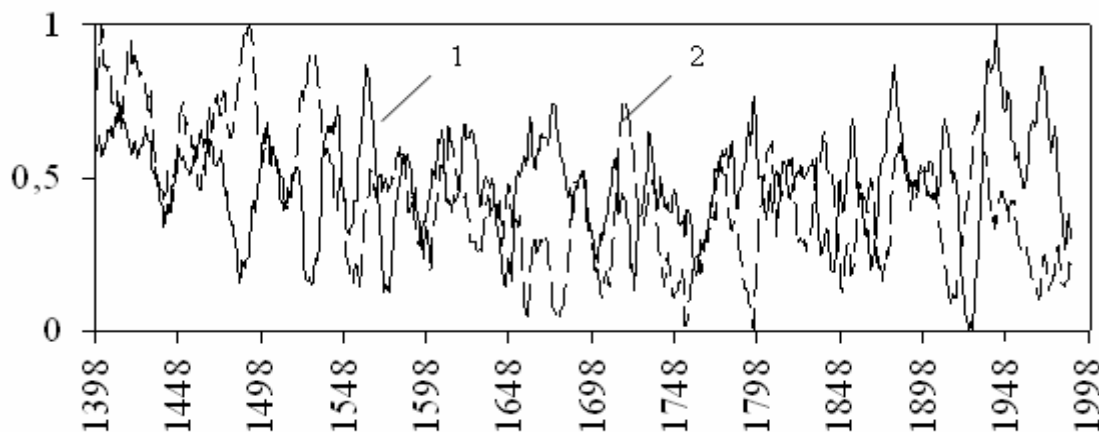


Рис. 1. Нормированные 11-летние средние данные содержания ^{18}O в ледяной – 1 и древесной – 2 хронологиях

Коэффициент корреляции данных рядов равен – 0,07. Возникает вопрос о возможности сопоставлении этих зависимостей, имеющих общий генезис. Модель погрешности, возникающей при привязке элементов ледяного керна к временной шкале, может быть представлена как сжатие и растяжение этой шкалы без разрывов и смещений. В рамках этой модели могут быть частично описаны отличия, связанные с разными сезонами фиксации изотопов кислорода в леднике и в древесине, со смещением температурного профиля. Кроме того, существуют различия иного происхождения, которые могут быть вызваны, в частности, локальными температурными

колебаниями, выравнивающей концентрации диффузией газов внутри льда и др. Анализ значимости этих ошибок показал, что основная причина расхождений во времени между древесными и ледовыми данными есть погрешности в датировке слоев ледовых кернов [3].

Проблема устранения различий, вызванных сжатием и растяжением временной шкалы обсуждалась и применялась ранее [4]. Рассматриваемая задача впервые решается путем применения функций с монотонной фазой, имеющей ограниченную производную. Именно такая функция способна обеспечить трансформацию временной шкалы в соответствии с моделью погрешности. Рассматривая исходные данные как колебания, восстановление фазы производится с использованием формализма аналитического сигнала. Функция фазы древесно-кольцевой хронологий представляется эталонной и используется для восстановления периодичности ледяной хронологии.

Таким образом, в ходе работы разработана новая вычислительная процедура – алгоритм «сжатие – растяжение», реализующий однозначное, непрерывное и обратимое преобразование колебательного процесса. Вычислительная процедура состоит в фильтрации колебаний с монотонной фазой из экспериментальных данных с максимальным сохранением полезной информации. В обоих процессах наиболее выражены области вблизи 11-летнего цикла. Сигналы из этой области выделяют полосовым фильтром с прямоугольным спектральным окном. После фильтрации для каждого процесса вычислены преобразования Гильберта, построены аналитические сигналы, определены их фазы. Полученные функции фазы путем вращения вокруг биссектрисы первого квадранта системы координат преобразуют в обратные функции. Далее произведена прямая операция «сжатие-растяжение» исходного процесса изменений изотопа в ледяном керне. При этом использована обратная фаза, полученная из аналитического сигнала для этого процесса. Затем произведена обратная операция «сжатие-растяжение» с использованием фазы аналитического сигнала для древесно-кольцевой изотопной хронологии.

В результате применения процедуры датировки ледового керна по древесно-кольцевой хронологии обеспечен коэффициент корреляции двух временных рядов равен 0,68 (рис. 2).

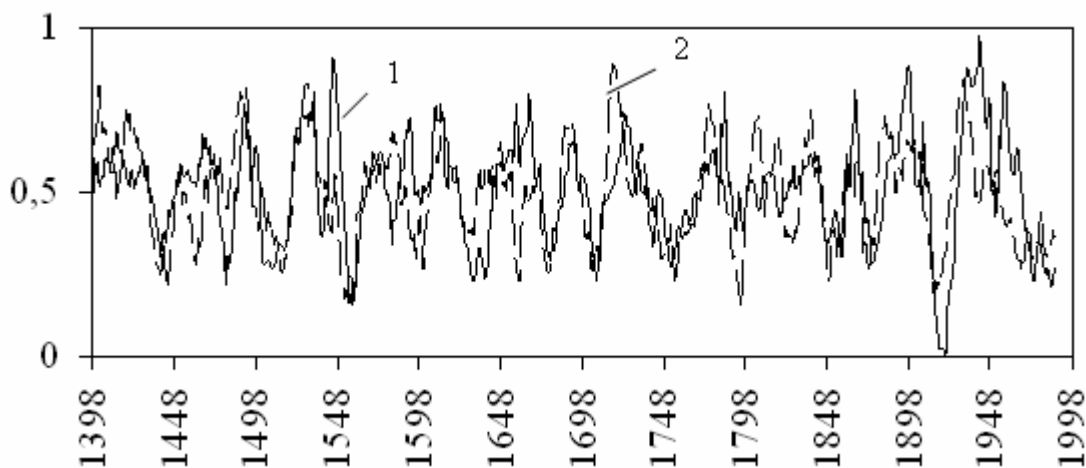


Рис. 2. Нормированные 11-летние средние данные содержания ^{18}O в восстановленной ледяной – 1 и исходной древесной – 2 хронологиях

Полученный результат доказывает правильность выбранной модели для восстановления скомпенсированных отличий концентраций изотопов кислорода из различных палеисточников. Он также свидетельствует о том, что основные изменения концентрации изотопа кислорода в атмосфере близки в достаточно удаленных местах, поэтому могут определяться одним механизмом и большей частью быть связаны с глобальными изменениями элементов климата.

Литература

1. Воронин В.И. Биоиндикация крупномасштабных техногенных повреждений лесов восточной Сибири: Автореферат. Дис. докт. биол. наук. – Иркутск, 2005г. – 46 с.
2. Наурзбаев М.М. Дендроклиматический анализ длительных изменений температурного режима в Субарктике Евразии: Автореферат. Дис. докт. биол. наук. – Красноярск, 2005 г. – 38 с.
3. Тартаковский В.А. Условия причинности и демодуляция оптических сигналов с монотонной фазой // Оптика атмосферы и океана. – Томск, 2002. – Т.15. – №1 – С. 91–100.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ ГАЗОАНАЛИЗАТОР

Ю.В. Кротова

Научный руководитель доцент М.Э. Гусельников

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Анализ содержания в воздухе вредных веществ является актуальной и достаточно сложной экологической задачей. Большинство методов измерения состава воздуха являются косвенными. Они основаны на измерении какого-либо свойства воздушной газовой смеси. Предполагается, что концентрация определяемого компонента смеси имеет однозначную связь с измеряемыми свойствами, схожими со свойствами подлежащего

измерению компонента. В этом случае возникают методические погрешности, и достоверность измерений нарушается. Такая ситуация возникает при анализе залповых выбросов вредных веществ в атмосферу – при возгораниях или взрывах на свалках и полигонах токсичных отходов [1]. Поэтому при анализе состава сложных газовых смесей используют методы измерения, при которых выходным сигналом датчика является не сигнал с фиксированным значением одной измеряемой величины, а сигнал, являющийся функцией какого-либо параметра. При хроматографии регистрируется функциональная зависимость выходного сигнала от времени задержки компонента газовой смеси сорбентом, при масс-спектропии – зависимость сигнала от удельного заряда ионизированных компонентов смеси, при спектральных методах – зависимость выходного сигнала от частоты зондирующего излучения, при применении полупроводниковых датчиков используется изменение электрического сопротивления некоторых полупроводниковых материалов, возникающее вследствие адсорбции газа. В перечисленных методах анализа состава газовых смесей выходной сигнал датчика несет повышенный объем информации. Поэтому обработка сигнала позволяет определить не только концентрацию анализируемого компонента газовой смеси, но и состав этой смеси.

В настоящее время создается большое количество малых котельных, которые расположены в жилых зонах и работают на газовом топливе. Для снижения выбросов вредных веществ в атмосферу на этих котельных периодически проводят процедуру регулирования процессов горения. При этом настраивают подачу горючего газа и воздуха в горелку с помощью прибора - газоанализатора таким образом, чтобы минимизировать количество несгоревших газов, окислов азота и угарного газа в выбросах. Стоимость промышленно выпускаемых для данных целей газоанализаторов достаточно велика. Поэтому авторы предлагают вариант газоанализатора выбросов котельных на основе недорогого полупроводникового датчика.

Полупроводниковые газовые датчики выпускаются в виде интегральных схем [2]. Рассмотрим принцип действия простейшего газоанализатора на базе полупроводникового датчика. Датчик полупроводникового газоанализатора, изображен на рис. 1. Он состоит из керамической трубки, способной выдерживать нагрев до 100 ... 500 °С. Изнутри трубка нагревается электрическим током от источника напряжения U , проходящим по тонкой проволоке R_H . Температура нагрева датчика регулируется резистором R . Снаружи трубки находятся два электрода \mathcal{E} , между которыми наносится полупроводящий оксид металла OM . Если газ находится над слоем оксида металла, то проводимость этого слоя меняется. С помощью мостовой измерительной схемы R_1, R_2, R_3, R_{OM} изменение проводимости преобразуется в изменение напряжения, которое отображается индикатором I .

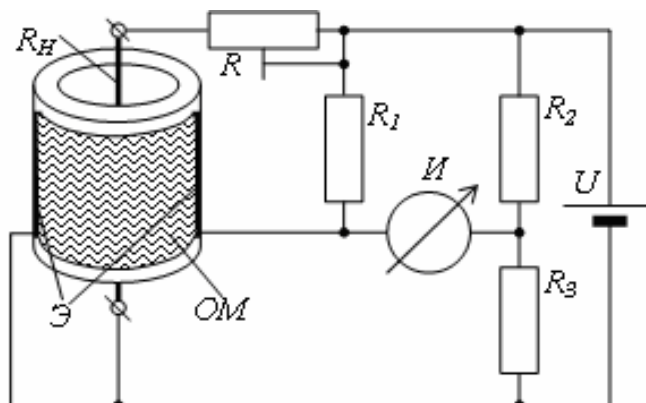


Рис. 1. Схема простейшего газоанализатора

Важнейшим материалом для создания полупроводниковых датчиков является диоксид олова SnO_2 с различными легирующими добавками. Подбором легирующей добавки и рабочей температуры можно увеличивать чувствительность датчика к одним газам и снижать к другим. Например, оптимальная чувствительность датчика для оксида углерода CO получается при 370 °С, а в случае метана CH_4 оптимальная чувствительность достигается при температуре 500 °С. Графики зависимости чувствительности S датчика к присутствию оксида углерода CO (S_{CO}) и метана CH_4 (S_{CH_4}) от температуры t датчика приведены на рис. 2.

Учитывая линейность зависимости изменения сопротивления r_d полупроводникового датчика от малых концентраций C_j анализируемых газов, ее можно описать выражением

$$r_d = r_0 [1 - C_1 \cdot S_1(T) - C_2 \cdot S_2(T)], \quad (1)$$

где: r_0 - сопротивление полупроводникового датчика при нулевых значениях концентраций оксида углерода C_1 и метана C_2 ; T - температура полупроводникового датчика.

Зависимость выходного сигнала прибора, изображенного на рис.1, при малых значениях C_1 и C_2 также будет близка к линейной. В общем случае для n газов эту зависимость можно выразить следующим образом:

$$U(T) = K \cdot \sum_{j=1}^n [C_j \cdot S_j(T)], \quad (2)$$

где K – аппаратная функция прибора.

Для построения газоанализатора, позволяющего при помощи одного датчика измерять концентрации нескольких газов, предлагается во время измерений изменять температуру T по закону косинуса в соответствии с выражением:

$$T = T_0 + \Delta T(1 + \cos \omega t), \quad (3)$$

где: T_0 – минимальная температура датчика; ΔT – амплитуда изменения температуры; ω – частота изменения температуры; t – время.

С целью повышения помехозащищенности измерений предлагается к сигналу $U(T)$ применить операцию преобразования Фурье. В этом случае при модуляции температуры датчика по закону (3) разложение будет содержать только косинусные составляющие и амплитуда i -й гармоники $U_i(T)$ сигнала $U(T)$ будет описываться выражением:

$$U_i = \frac{1}{T_{II}} \int_0^{T_{II}} K \cdot \sum_{j=1}^n [C_j \cdot S_j(T) \cdot \cos(i\omega t)] dt = \quad (4)$$

$$\frac{1}{T_{II}} K \sum_{j=1}^n C_j \int_0^{T_{II}} S_j(T) \cdot \cos(i\omega t) dt = \sum_{j=1}^n C_j B_{ij},$$

где T_{II} – период времени изменения температуры T ; B_{ij} – константы, которые можно вычислить либо определить экспериментальным путем.

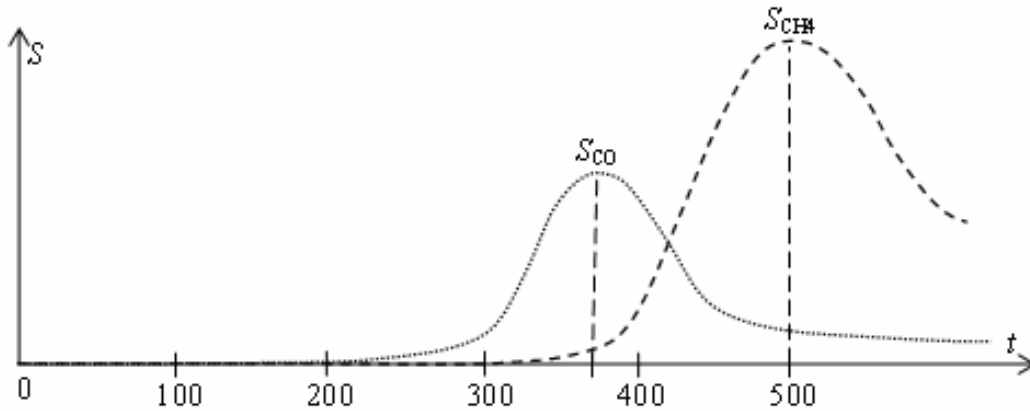


Рис. 2. Графики зависимости чувствительности датчика к присутствию оксида углерода CO (S_{CO}) и метана CH_4 (S_{CH_4}) от температуры t

Тогда измерив n гармонических составляющих сигнала (4), можно вычислить концентрации компонентов анализируемой газовой смеси [3]:

$$C_j = \sum_{i=1}^n B_{ji}^{-1} U_i = \frac{1}{T} \int_0^{T_{II}} U(t) \sum_{i=1}^n [B_{ji}^{-1} \cos(i\omega t)] dt, \quad (5)$$

где B_{ji}^{-1} – элементы матрицы, обратной матрице элементов B_{ij} . Выражение (5) описывает алгоритм синхронного детектирования.

Более универсальным способом снижения МП является вычисление концентраций C_j газов по измеренным значениям функции поглощения излучения анализируемой газовой смеси в нескольких спектральных интервалах. Зависимость выходного сигнала U_i от состава газовой смеси сверткой аппаратной функции прибора и ФП ГС. Данная система нелинейных интегральных уравнений трудно разрешима в реальном масштабе времени современными техническими средствами. При наложении ограничений на верхний предел концентраций компонент ГС нелинейная система может быть заменена системой линейных уравнений:

$$U_i = \sum_{j=1}^N A_{ij} C_j; \quad i = \overline{1, M},$$

где A_{ij} – коэффициент поглощения излучения j -м газом в i -м спектральном интервале; j – номер газа N – компонентной ГС; M – число выходных сигналов U_i ГА.

В случае $M=N$ система (1) разрешается относительно концентраций C_j

$$C_j = \sum_{i=1}^M A_{ji}^{-1} U_i,$$

где A_{ji}^{-1} – элемент матрицы, обратной матрице A_{ij} .

При $M > N$ возможно получить серию решений C_{jk} . Их идентичность служит критерием достоверности результата вычислений (2):

$$C_{jk} - C_{jl} = \sum_{i=1}^M (A_{jki}^{-1} - A_{jli}^{-1}) U_i = \sum_{i=1}^M B_{ji} U_i \geq \delta,$$

где δ – допустимая погрешность измерения.

Таким образом, применение предлагаемого технического решения позволит расширить функциональные возможности и снизить погрешности измерения полупроводниковых газоанализаторов.

Литература

1. Мариненко Е.Е., Беляева Ю.Л., Комина Г.П. Тенденции развития систем сбора и обработки дренажных вод и метаносодержащего газа на полигонах твердых бытовых отходов: Отечественный и зарубежный опыт. СПб.: Недра, 2001. 160 с.
2. Виглеб Г. Датчики. / Москва: Мир, 1989. – 196 с.
3. Булгаков А.Б., Гусельников М.Э. Повышение селективности измерений абсорбционного газоанализатора с частотной модуляцией. Статья в Сб. Современное состояние аналитического приборостроения в области анализа газовых сред и радиоспектроскопии: Всесоюзная конф.- Смоленск, 1991. – С. 47-49.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ НАНОПОРОШКОВ МЕДИ ПРИ КОНТАКТЕ С БИОЛОГИЧЕСКОЙ СРЕДОЙ

А.А. Ладова, А.Ю. Годымчук

Научный руководитель доцент Ю.В. Бородин

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одним из базовых направлений развития нанотехнологий является производство нанопорошков (НП), которые находят применение в различном производстве. Например, применения порошков меди и медных сплавов охватывает различные области науки и техники: порошки эффективно используются в качестве добавок к присадочным маслам, в роли катализаторов при органическом синтезе, для заделки контактов, для изготовления ответственных деталей, щеток, электрических машин и фильтров для тонкой очистки и т.д. [1, 2]. Внедрение использования медных порошков на промышленном уровне требует все больше и больше информации об их физико-химических свойствах. В настоящее время свойства металлических порошков изучаются в лабораторных условиях при непосредственном контакте с человеком. Не смотря на применяемые средства защиты здоровья человека от воздействия мелкодисперсных металлических частиц, при попадании на кожу и даже ее небольшом естественном увлажнении частицы металла взаимодействуют с растворами, выделяющимися в порах кожного покрова, а, следовательно, способствовать всасыванию соединений меди организмом человека.

Медь является незаменимым микроэлементом, необходимым для нормальной жизнедеятельности человека. Этот элемент – важная составляющая часть ферментов, регулирующих окислительно-восстановительные реакции клеточного дыхания, фотосинтеза и играет важную роль в процессах кроветворения [3]. Дефицит меди в организме приводит к анемии, недостатку роста, дефектам соединительных тканей, сердечно-сосудистой недостаточности. Не смотря на то, что в малых дозах медь совершенно необходима всему живому (участие в ферментативном катализе), в тоже время в значительных количествах соединения этого металла ядовиты. При отравлении медью может произойти сильная токсикация организма, что вызывает различные недуги: боли в животе, рвоты, ослабления дыхания и заканчивая ослаблением сердечной деятельности, удушьем, анемией, заболеванием печени и аллергией. Соединения меди, вступая в реакцию с белками тканей, оказывают раздражающее действие на слизистые оболочки верхних дыхательных путей и желудочно-кишечного тракта. Мелкодисперсные частицы при контакте с человеком могут взаимодействовать с физиологическими растворами, в результате чего может происходить всасывание меди в организм человека.

Целью данной работы являлось исследование поведения медных порошков и возможность выделения меди в синтетической биологической среде.

Известная повышенная реакционная способность мелкодисперсных медных порошков сделала настоящее исследование еще более актуальным. Данная работа была нацелена на то, чтобы первоначально оценить поведение медных порошков и возможность выделения меди в синтетической биологической среде.

Проведение эксперимента. В работе исследовались нанопорошки меди (ПМ₁ и ПМ₂), полученные при различных условиях электрического взрыва медных проволок. Удельная поверхность образцов ПМ₁ и ПМ₂ составила 5,0 и 3,2 м²/г, соответственно.

Для создания биологической синтетической среды, в которой выдерживали образцы, использовали физиологический раствор – фосфатный буферный раствор. Простой ионный состав (NaCl, Na₂HPO₄, KH₂PO₄), и pH близкое к крови (≈ 7.3) сделало фосфатный буфер подходящим для нашего исследования.

Навески порошков выдерживались в фосфатном буфере (табл. 1) в течение определенного времени: от 10 минут до 96 часов. При проведении экспериментов с использованием термостатирующего устройства поддерживалась постоянная температура ~ 37 °С. Термостат постоянно находился на шейкере для деликатного перемешивания. Для разделения суспензии (отделения раствора от нанопорошка) использовали центрифугирование в течение 5 минут (3000 оборотов в минуту). После разделения суспензии в растворе определяли общую концентрацию меди на атомном абсорбционном спектрометре (ААС). Данная методика адаптирована в лаборатории кафедры коррозии Королевского технического университета г. Стокгольма [4] и апробирована на второй всероссийской конференции по наноматериалам << НАНО 2007 >> в г. Новосибирске 13–16 марта 2007 г [5].

Таблица 1

Состав физиологического раствора

Соединение	Концентрация соединения, г/л
NaCl	8,77
Na ₂ HPO ₄	1,28
KH ₂ PO ₄	1,36
pH	7,2 – 7,4

Согласно экспериментальным данным определения содержания меди в отработанном растворе (табл.2) первый вывод, который можно сделать – это то, что как только металлический порошок попадает в физиологическую среду, прибор улавливает определенное содержание меди в растворе. Этот факт свидетельствует, прежде всего, о том, что реакционная способность медных порошков в выбранной для эксперимента среде достаточно высока. Более того, после даже кратковременного контакта порошков, например, с человеческим потом, значительное количество катионов меди останутся на коже и будут образовывать комплексы. Такой вывод очевиден и легко доказывается данными, приведенными в таблице 2.

Таблица 2

Содержание меди (Cu²⁺) в растворе после контакта с порошками

Образец*	Концентрация меди по данным ААС, мг/л							
	10 мин	30 мин	1 ч	2 ч	4 ч	6 ч	24 ч	96 ч
ПМ ₁ **	0,73	0,97	1,06	1,19	1,04	0,94	0,82	0,21
ПМ ₂ **	3,32	2,18	2,38	3,07	2,85	1,48	1,03	0,80

* – масса образца не менялась, ~ 0,001 г, объем раствора 50 мл

** – удельная поверхность образцов составляла: для ПМ1 – 5 м²/г, для ПМ2 – 3,2 м²/г.

Второй вывод, следующий из анализа результатов проведенного эксперимента, гласит о том, что максимальная концентрация меди в отработанном растворе принадлежит точке, полученной после ~ 2-х часового выдерживания порошков в растворе. Далее, при более длительном контакте содержание меди в растворе уменьшается прямо пропорционально времени тестирования порошков. Нужно отметить, что только после длительного выдерживания (≥ 2ч) на частицах порошков образуется голубо-зеленый осадок, который смывается с них при разделении суспензии центрифугированием. Именно по причине образования труднорастворимых соединений меди спектрометр не идентифицирует большее количество меди в растворе, и содержание меди не увеличивается при увеличении времени контакта.

Также результаты даже первоначальных экспериментов показали, что активность более крупных порошков (ПМ₂) превышает активность образцов с большей удельной поверхностью, что требует дальнейшего изучения.

Литература

1. Вредные вещества в промышленности. Справочник для химиков, инженеров и врачей.– Изд. 7-е, пер. и доп. – в 3-х томах. – Том III. Неорганические и элементарорганические соединения / Под ред. проф. Н.В. Лазарева И.Д. Гадаскиной. – Л., «Химия», 1977. – 608 с.
2. Назаренко О.Б. Электровзрывные нанопорошки: получение, свойства, применение – Томск: Изд-во ТПУ, 2005. – 148 с.
3. Midander K., Odnevall Wallinder I., Leygraf C. In vitro studies of copper release from powder particles in synthetic biological media // Environmental Pollution, 2007. – 145. – PP. 51–59.
4. Годымчук А.Ю., Мидандер К., Ладова А.А. Поведение нанопорошков меди в синтетической биологической среде // Тезисы II Всероссийской конференции по наноматериалам, 13-16 марта 2007г., Новосибирск. Изд-во Института химии твердого тела и механохимии СО РАН, 2007. – С.329.

ФОТОГИДРОЭКОМОНИТОРИНГ. SOS! СПАСИТЕ МАЛЫЕ РЕКИ ГОРОДА
ПРОКОПЬЕВСКА

Е.Ю. Михайлов

Научный руководитель педагог В.Е. Коноплева
Гимназия № 72, г. Прокопьевск, Россия

Старожилы помнят, как в не столь уж давние времена разливались по весне речки Аба. Егос, Маганак. Тайба, Берёзовая заполняя до краев берега своих русел. В поймах и разливах была когда-то дичь, и даже рыба [1]. А сейчас по их берегам, а на речке Аба – располагаются туалет, мусорные свалки и втекают в них грязные стоки с шахт и автодорог. Но мы не представляем свою жизнь без этих речек – как и без других водоемов города и его окрестностей. И в то же время не всегда осознаем, то эти водные миниартерии нужно беречь и обихаживать, не засорять их берега мусором и другими бытовыми отходами, не допускать слива различных нечистот. В целях контроля и управления речками полезно различать точечные и неточечные источники загрязнения воды, являющимися результатом антропогенной деятельности.

Точечные источники сливают загрязнители в поверхностные воды по трубам, канавам и канализационным системам. В определенных местах. К примеру – естественный приток шахтных вод ликвидируемых шахт от вентиляционного ствола № 3 по двум трубопроводам, приложенных по поверхности основной площадки, отводится в речку Аба без предварительной очистки, только с последующей очисткой стоков на групповых очистных сооружениях Прокопьевско-Киселевского района на реке Аба в районе пос. Калачево (Калачевские очистные сооружения). Проектная производительность очистных сооружений недостаточна для обеспечения требуемой эффективности очистки шахтных вод при интенсивности откачки 725 м³/час или 17400 м³/сутки. Кроме этого отстойники зашламованы и идет вторичное загрязнение сточных вод в отстойниках. Динамика изменения концентраций загрязняющих веществ в стоке шахты приведена на диаграмме. Тенденция вторичного загрязнения шахтных вод просматривается на протяжении всех лет (время закрытия шахт) – по взвешенным веществам. Сезонные изменения нефтепродукты, железо – в зимний период, БТК, ХПК нитриты и незначительно сульфаты – в весенний период. Летний период года характеризуется наиболее высоким уровнем загрязнения шахтных вод, когда идет интенсивная откачка шахтных вод в данный период откачено 709873 м³, что составляет 33 % от всего объема (2186500 м³год) откаченной воды за год, отмечалось вторичное загрязнение шло по всем рассматриваемым компонентам. Для проведения гидрогеологических наблюдений за подземными водами создается режимная специальная сеть наблюдательных пунктов на закрытых шахтах.

Неточечными источниками загрязнения являются обширные районы, которые сбрасывают загрязняющие вещества в поверхностные и грунтовые воды, и те части воздушного бассейна, откуда загрязнители попадают в поверхностные воды. Примером могут служить сток загрязнителей в поверхностные воды и их просачивание в грунтовые воды с автодорог, стоянок, а также кислотные осадки. Контроль над неточечными источниками загрязнения воды является трудным и дорогим, поэтому необходимо делать ставку на лучшее использование земель, охрану почв, предотвращение загрязнения воздуха и регулирование роста населения. В меру наших возможностей был проведен фотомониторинг, в котором постарались отразить все негативные моменты наших малых рек, предупреждая этим население города о возможном «водном» голоде. Ведь сток грязной воды – это связь со всей окружающей средой и вытекающих отсюда последствиях [4].

О значении и судьбе малых рек и водоемов в жизнедеятельности нашего города мы и будем говорить. Давайте признаем, что как-то снисходительно относимся к нашим небольшим речкам. Подумаешь – реки Аба, Маганак, Егос... Между тем, малые реки – это производные ландшафта и климата, они отражают отпечатки древних и современных процессов, происходящих на планете. Как капилляры в организме человека, малые реки дают и поддерживают нормальную жизнь на нашей с вами земле во всем ее многообразии. Они очень уязвимы, поэтому всякое необдуманное вмешательство в режим малых рек быстро отражается на их состоянии. Наглядным примером тому является бедственное положение малых рек города, о чем не раз с тревогой сообщалось на страницах местных газет. Не зная особенностей "жизни" малых рек, к сожалению, не могли предвидеть, какими потерями обернутся в будущем и в настоящем результаты "изыскательских", промышленных и других работ на водосборах [5].

Трудно переоценить значение малых рек в нашей повседневной жизни. Они во все века поили и кормили людей, а потому являются незаменимыми природными комплексами, объектами производительных сил любого общества, как и земля – основными средствами производства. И сегодня малые реки не утратили своей роли, остаются главным источником снабжения водой или самое страшное «сливом» грязных вод в крупную водную артерию Кемеровской и Томской области – реку Томь. Особую хозяйственную ценность представляют поймы этих рек – речные долины – это кладовые гарантированных кормов для общественного и личного скота только нужно правильно, рационально использовать эту возможность. Поймы малых рек благополучны в эрозионном отношении, их можно использовать для выращивания овощей, картофеля. Малые реки – благоприятная среда для рыб водоплавающей птицы (дикой и домашней). Именно поэтому наши речки важны не только в хозяйственном плане, но и в экологическом, так как многие виды рыб и птиц ведут миграционный образ жизни. Малая вода является необходимым условием их существования. Возьмем на себя смелость назвать малые реки в какой-то мере и биологическими санитарами. Это ведь своеобразная фабрика по очистке, обеззараживанию и преобразованию вынужденных сточных вод. Однако при этом всегда надо помнить, что каждая река (или ее отдельный участок) может принять лишь определенную загрязняющую нагрузку. Поэтому нужно следить за уровнем предельно допустимых концентраций вредных веществ во всех стоках к малым рекам. Об этом, кстати, должны помнить и те, кто имеет скот, используя реки для водопоя. Как правило, сразу же здесь устраивается полуденное лежбище, и что остается после этого на берегу... (речка Егос). Из года в год мы возмущаемся тем, что берега речек стали местом сваток мусора. И лишь на речке Егос силами образования города – каждый год в мае – проводится акция «Малым рекам – большую жизнь», очищая берега речки и убирая мусор с небольшой её глубины. А в зимнее время некоторые жители села Сафонова опять выносят к речке золу, а то и навоз со своих подворий. Об этом шел разговор на страницах газет и местного телевидения. Нужно предавать гласности такие факты, наказывать виновных, сообщать конкретные фамилии в местной печати. А вопросы эстетического и социального значения малых рек. Они являются самым впечатляющим элементом природного ландшафта. А в соединении с лесом создают неповторимую красоту всякой местности. И то время, которое мы проводим на реках, по праву считается лучшими часами нашего отдыха. Чтобы рационально использовать реки, необходимо знать их основные особенности: одна из них – в том, что их водосборные бассейны расположены в одном физико-географическом районе, отсюда и режим малых рек бывает практически одинаков. Например, в короткий период половодья, обусловленного снеготаянием, водный поток и русло активно взаимодействуют. В этот период река на всем протяжении, в зависимости от поступающего в нее потока, или "заилится", или наоборот, очищается от ила, отложившегося в русле в летний период. Нужно помнить, что особая, уязвимость малых рек в период, когда мощность водотока еще незначительна, а в это время зачастую проводятся всевозможные, порой не

обдуманные хорошо, вмешательства в режим реки, что в последствии приводит к разрушению берегов, заилению и т.д. При воздействии на здоровье человека воды воздуха почвы Минздравом России подготовлен перечень 70 болезней от плохой воды, так как она является большим интегратором в человеческом организме. По анализу крови можно судить о здоровье человека, если в городе плохая вода это значить – не заботятся власти о людях, которые здесь живут (здесь можно говорить и о водопроводной воде и о воде малых рек). Необходимо всех вовлекать в проблему мониторинга вод малых рек [6].

Население Европы бережно относятся к природе – этого хотелось бы и нам. 20 лет назад, спохватившись, Европа много сделала для очистки рек, вод (относительно не дорогие). Финны издали закон по воде – существует водный суд – наказание до 2 лет за загрязнение воды. У Петра I был издан указ: одна лопата мусора в реку – розги; две лопаты мусора – на каторгу. Самый интегральный показатель водной среды – ихтеофауна – живёт лягушка, то можно пить. Раки были показателями чистой воды, сейчас они приспособляются к разным условиям. Раньше в России реки были закреплены за сельскими общинами, а во Франции существовал строгий закон – полиция штрафует того, кто моет автомобиль в реке.

Наше общество должно как-то защищаться, защищая в то же время своё здоровье, сберегая чистые воды рек, почву и воздух. Качество воды в городе желает быть лучше. Мы предлагаем проект по охране рек – «Малым рекам большую жизнь» и дальше претворять в жизнь, вовлекая в него и взрослое население города.

Литература

1. Архивные документы администрации села Сафоново.
2. Кашеваров А.А., Кусковский В.С. и др. Особенности подземной гидросферы Кузбасса и прогнозы ее изменений при затоплении шахт //Экологические проблемы угледобывающей отрасли в регионе при переходе к устойчивому развитию: Труды международной научно-практической конференции, Кемерово: Кузбассвуиздат. 1999. Том 1. – 364 с.
3. Мазур И.И. и др. Курс инженерной геологии. – М.: Высшая школа, 146–152 с.
4. Миллер Тайлер. Жизнь в окружающей среде. Пер. с англ. / Под ред. Г.А. Ягодина. 1996. - 400 с.
5. Мансурова С.Е. и др. Следим за окружающей средой. Школьный практикум. - М.: ГИЦ Владос, 2001. – 112 с.
6. Рихванов Л.П. и др. Методическое руководство по оценки загрязнения объектов в окружающей природной среде химическими веществами и методом их контроля. – Томск, 1997. – 95 с.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ ЗАЩИТЫ АТМОСФЕРЫ ОТ ВЫБРОСОВ ПЫЛИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ СТРОИТЕЛЬНОГО ЩЕБНЯ

И.Л. Морозова

Научный руководитель доцент М.В. Гуляев

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В промышленности при производстве строительных материалов одним из наиболее неблагоприятных факторов является высокая запыленность воздушной среды, которая не только ухудшает условия труда и снижает производительность до 25 % [1], но и в ряде случаев приводит к тяжелым профессиональным легочным заболеваниям, в том числе силикозу.

При производстве строительного щебня основная масса пылевого аэрозоля образуется в процессе дробления. Часть аэрозоля под воздействием направленных потоков выносится в воздух рабочих помещений, ухудшая санитарно-гигиенические условия труда обслуживающего персонала. Другая часть, не осевшая в аппаратах пылеосаждения, выбрасывается в атмосферу системами аспирации и загрязняет воздух прилегающих территорий. Отсюда пылевой аэрозоль попадает в жилые и общественные помещения, оказывая вредное воздействие на здоровье населения. Третья часть пыли остается в готовом продукте (щебне), резко снижая его качество по предельному содержанию пылевидных частиц, строго регламентируемому стандартами [2].

В зависимости от условий образования исходных горных пород и последующих процессов их дробления, с точки зрения борьбы с запыленностью воздуха, особого внимания заслуживают размеры пылевых частиц, их форма, удельный вес, удельная поверхность и форма частиц, химический состав и некоторые физико-механические свойства.

Для оценки санитарно-гигиенических условий труда, а также получения необходимых данных при разработке комплекса мероприятий по борьбе с загрязнением атмосферы пылью были проведены исследования запыленности воздуха в местах наиболее интенсивного пылеобразования и вдоль технологической линии дробильно-сортировочного оборудования, гранулометрического и минералогического составов витающей и осевшей пыли. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 1.

Из анализа запыленности воздушной среды следует, что при отсутствии обеспыливания первичных источников пылеобразования – дробилок, практически все технологическое оборудование дробильно-сортировочных площадок становится источником запыления атмосферы.

При выборе способа предупреждения загрязнения воздуха пылью, образующейся в процессе дробления горной породы, особое внимание уделялось необходимости исключения вторичного пыления при транспортировке и грохочении щебня. Наиболее подходящим с этой точки зрения способом борьбы с пылью является аспирация дробильно-сортировочного оборудования. Сухое обеспыливание является наиболее целесообразным, исходя также из специфических климатических условий Западной Сибири - длительного периода отрицательных температур, когда применение способов пылеподавления на основе воды неэффективно или невозможно вообще.

В качестве аппарата дробления на первой стадии производственного цикла используется щековая дробилка СМ-16Б, на второй - конусная дробилка для мелкого дробления КМД-1750. Предварительная сортировка гравия производится на опорном вибрационном грохоте ГИЛ-42, на котором продукт очищается от

загрязняющих примесей и мелких фракций. Разделение щебня по фракциям производится на грохотах ГИЛ-42 и ГИЛ-52, стоящих в звене главного продукта [4].

Таблица 1

Запыленность воздуха по технологической линии дробильно-сортировочного оборудования

Место отбора проб	Содержание пыли в воздухе, мг/м ³	Примечания
Над загрузочным зевом дробилки СМ-16Б	63	Аспирация отсутствует
В месте выхода продукта дробления	225	Аспирация отсутствует
Над загрузочным зевом дробилки КМД-1750	142	Укрытия не аспирируемы
В месте выдачи раздробленного материала	1820	Укрытия отсутствуют
В месте поступления материала на деку вибрационного грохота ГИЛ-42	1260	Аспирация отсутствует
Над средней частью рабочей поверхности сита	684	Укрытия отсутствуют
В месте выдачи материала со второго сита на ленту конвейера	286	Укрытия не аспирируемы
В месте поступления материала на деку вибрационного грохота ГИЛ-52	1230	Укрытия не аспирируемы
Над средней частью рабочей поверхности сита	872	Укрытия отсутствуют
В месте выдачи материала со второго сита на ленту конвейера	634	Брезентовые укрытия
Над транспортером после первой стадии дробления	188	Аспирация отсутствует

К мероприятиям, обеспечивающим снижение запыленности воздушной среды на дробильно-сортировочных площадках по производству щебня относятся следующие [4]:

- максимально возможная герметизация пылящего технологического и транспортного оборудования и устройство специальных укрытий в местах наиболее интенсивного пылеобразования;
- увлажнение материала, подвергающегося дроблению;
- устройство аспирации; эффективная очистка воздуха от пыли перед выбросом в атмосферу;
- применение беспыльной уборки помещений и оборудования от осевшей пыли.

Однако следует учитывать: при устройстве установок, где увлажнение материала сочетается с устройством аспирации, воду подавать без применения форсунок, во избежание уноса капель воды в воздуховоды. Также необходимо отметить, что применение гидрообеспыливания на открытой площадке производства строительного щебня в условиях Сибири ограничено большим периодом отрицательных температур.

Теоретические и экспериментальные исследования в комплексе с производственными, позволили произвести выбор рационального метода борьбы с запыленностью воздушной среды, а именно метод аспирации источников пылевыделения с учетом специфической особенности технологии по производству строительного щебня на открытых дробильно-сортировочных площадках и разработать конструкции аспирационных укрытий мест наиболее интенсивного пылеобразования.

При проектировании аспирационных укрытий для источников наиболее интенсивного пылеобразования, к которым относятся конусная и щековая дробилки, особое внимание уделялось изучению характера образования пылевоздушных потоков, направлению их движения и зон распространения. Именно эти факторы являются определяющими при выборе мест аспирации формы укрытия, необходимой степени герметизации, а также мест подсоединения воздуховодов.

Выбранные методы обеспечат значительное снижение запыленности воздушной среды. Кроме этого снизится запыленность в производственных цехах предприятия, уменьшится риск профессиональных заболеваний персонала и износ технологического оборудования.

Литература

1. Банит Ф.Б., Мальгин А.Д. Пылеулавливание и очистка газов в промышленности строительных материалов. – М.: Стройиздат, 1979. – 351с.
2. Бобровников Н.А. Охрана окружающей среды от пыли на предприятиях строительной индустрии. – М.: Стройиздат, 1981. – 99 с.
3. Еремин Н.Ф. Процессы и аппараты в технологии строительных материалов: Учеб. Для Вузов по спец. "Пр-во строит. изделий и конструкций": - М.: Высш. шк., 1986. - 280 с.
4. Сорокин В.В., Трифонов Е.В. Обеспыливание цехов камнедробильных и грависортировочных заводов. – М.: Стройиздат, 1965. – 93 с.

**БЕСТРАНШЕЙНЫЙ МЕТОД ДРЕНИРОВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД
НА УЧАСТКЕ АКТИВНОГО РАЗВИТИЯ ОПОЛЗНЕВЫХ ПРОЦЕССОВ
В ЛАГЕРНОМ САДУ Г. ТОМСКА**

М.С. Муреев

Научный руководитель профессор Г.Г. Щербак

Томский государственный архитектурно – строительный университет, г. Томск, Россия

В Томске, на протяжении длительного времени весьма актуальной является проблема инженерной защиты Лагерного сада от оползневых процессов. Применяемые методы защиты, такие как искусственное изменение рельефа склона, искусственное понижение уровня подземных вод, регулирование стока поверхностных вод, строительство удерживающих сооружений не обеспечивают в полной мере проблемы устойчивости склона.

Для защиты склона Лагерного сада наиболее оптимальным решением является осушение палеоген-неогенового водоносного горизонта. После перехвата подземных вод устойчивость склона повысится на 20-25 %, с коэффициентом устойчивости соответственно увеличивается до 1,408-1,627 [2].

На сегодняшний день наиболее сложным сооружением инженерной защиты является горизонтальная дренажная горная выработка (ДГВ), но в силу объективных причин дальнейшее ее строительство невозможно на участках оползней № 1-8 и № 13-16. К тому же по причине отсутствия финансирования ДГВ используется не на полную проектную мощность. Совокупность всех проблем связанных с полноценной работой ДГВ приводит к необходимости разработки новых способов дренирования.

Для осушения склона предлагается технология горизонтального направленного бурения, которая может быть применена как на исследуемом участке, так и в любых других геологических условиях. Наиболее подходящей для данных работ является установка Robbins HDD 25030TLMSC (рис. 1), которая позволяет прокладывать трубу в толще грунта на глубине до 50 метров, диаметром в 1,5 метра и длине до 1,5 км (технические характеристики указаны в таблице 1).



Рис. 1. Установка направленного горизонтального бурения. Модель Robbins HDD 25030TLMSC

Основными преимуществами данной технологии является:

1. Значительно уменьшаются сроки выполнения работ; сохраняются все объекты благоустройства, озеленения и небольшие архитектурные формы по трассе бурения; появляется возможность проведения работ по водопонижению в условиях высоких грунтовых вод; исключается проведение гидротехнических работ во время прокладки трубопроводов под водными препятствиями; обеспечивается непрерывная работа транспорта на дорогах, водоемах и всех объектах, где проводятся работы; сокращаются сроки и объемы организационно-технических согласований перед началом работ в связи с отсутствием необходимости остановки движения всех видов наземного транспорта; возможность обхода препятствий по трассе трубопровода и формирование траектории скважины практически любой конфигурации в пределах естественного изгиба буровых штанг.

Таблица 1

Технические характеристики модели Robbins HDD 25030TLMSC

Регулируемая частота вращения	0 - 85 об/мин
Максимальный крутящий момент	65 000 Нм
Максимальное толкающее - вытягивающее усилие	1 100 кН/ 112 130 кгс
Угол вхождения буровой лопатки в грунт	11 - 18 град.
Мощность двигателя	525 л.с./392 КВт
Емкость топливного бака	946 л
Масса установки	36 281 кг

2. Уменьшение сметной стоимости строительства трубопроводов за счет значительного сокращения сроков производства работ, затрат на привлечение дополнительной рабочей силы и тяжелой землеройной

техники; отсутствие затрат на восстановление поврежденных участков автомобильных дорог, зеленых насаждений и предметов городской инфраструктуры; сокращение эксплуатационных расходов на контроль и ремонт трубопроводов в процессе эксплуатации.

Преимущество дренажа с использованием трубы большого диаметра состоит в возможности осмотра дренажа и его конструктивных элементов в процессе эксплуатации. Это позволяет своевременно отследить состояние системы и предупредить возможные неполадки.

Перед началом проведения буровых работ намечается ось дренажа с учетом положения и отметок ложбин стока. С этой целью выполняются изыскательские и геофизические работы, и составляется рабочий профиль по оси дренажа. Прокладка дренажа будет осуществляться в несколько этапов: бурение пилотной скважины диаметром 300 мм с промыванием глинистым бентонитовым раствором; расширение пилотной скважины режущим риммером одновременно с обратным протаскиванием обсадной трубы диаметром 1500 мм; протаскивание перфорированной трубы диаметром 1400 мм; протаскивание фильтра; извлечение обсадной трубы [3].

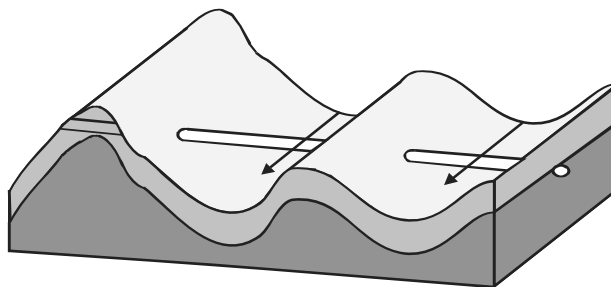


Рис. 2. Схема ложбин стока

Дренажная труба будет располагаться по дну ложбин стока с целью максимального перехвата водного потока, сосредоточенного в них (рис. 2, стрелками показано направление водного потока). Для этого перед проектированием и укладкой дренажа выполняются комплексные инженерные изыскания по его оси с проведением бурения скважин и геофизических исследований методами электро- и сейсморазведки.

В качестве дренирующей трубы будет использоваться горячекатаная или сварная, с продольным швом, перфорированная труба с толщиной стенок 20 и диаметром 1400 мм. Она будет состоять из секций труб длиной по 10 м, каждая секция имеет свой порядковый номер, общая протяжённость всего сооружения равна 983,60 м, секции будут соединяться между собой с помощью сварки во время затаскивания трубы в скважину. Одновременно с этим внутрь трубы будет помещаться каркасный фильтр, который также состоит из секций длиной по 10 м.

Предлагаемая конструкция дренажа позволяет осуществить перехват подземных вод в зоне разгрузки по желобам стока и и обеспечивает достаточно высокий коэффициент заслона, который по предварительным оценкам составляет 85–90 %.

Литература

1. Ткаченко Л.Н., Забродина Н.А. Комплексные инженерные изыскания для аварийных противооползневых мероприятий на правом берегу р. Томи (II и IV п.к., 2005 г.) в г. Томске // Отчет по договору №526.– Томск: 2005.
2. Федоровский В.Г., Куриллов С.В. Метод расчета устойчивости откосов и склонов // Геоэкология. – Москва, 2002.– С. 90 – 107.
3. <http://tmegroup.kiev.ua>.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ЗОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ Г. ТОМСКА ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

Н.А. Нехаева А.Ю. Филатов

Научный руководитель профессор В.Ф. Панин

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время появилась необходимость экологического зонирования территории города, с точки зрения загрязненности атмосферы. Оно основано на мониторинге территории города по основным загрязняющим веществам [1], которые включены в программу работ по мониторингу Томской области проводимой ОГУ «Облкомприрода».

Система мониторинга включает в себя инструментальную часть: она функционирует – ведется на детских площадках и других местах массового отдыха (1620 проб) и на 8 передвижных постах в г. Томске (2000 проб).

Для каждой из выбранных точек мониторинга необходимо сформировать программу наблюдений (перечень веществ, подлежащих контролю, а также частота и сроки наблюдения) [2].

Основными критериями выбора базовых показателей для включения в программы мониторинга являются:

- кратность превышения ПДКм.р. по данным расчетов рассеивания;

- фактические высокие концентрации примеси по результатам предварительных (рекогносцировочных) наблюдений;
- опасность примеси для населения (наличие токсических, канцерогенных свойств и т.п.);
- кумулятивность загрязняющего вещества;
- способность вещества выступать в качестве маркера (показателя диагностики).

Необходимы наблюдения за качеством атмосферного воздуха методом определения загрязняющих веществ в деponирующих средах (методом снеговой съемки и контроля содержания загрязняющих веществ в почве). Перечень веществ, по которым ведется контроль на территории г. Томска представлен в таблице 1.

Согласно данным Томской СИГЭКиА на территории города Томска зафиксированы превышения по следующим загрязняющим веществам:

- Азота диоксид (превышение на Каштаке, Октябрьском районе, Иркутском тракте, Советском районе, Восточном районе, Московском тракте.);
- Оксид углерода (превышение в Кировском жилом районе, Советском жилом районе);
- Формальдегид (превышение на Каштаке и в районе ТНХК).

Таблица 1

Перечень веществ, по которым ведется контроль на территории г. Томска

Наименование предприятия	Коды загрязняющих веществ							
	свинец	Диоксид азота	Хлористый водород	Оксид углерода	Бенз(а)пирен	Бензол	Форм-альде-гид	Взвешенные вещества
Городской сад			+					
Автотранспортные магистрали г. Томска		+		+	+		+	+
Детские площадки г. Томска	+	+		+		+	+	+

В г. Томске формируется окончательный перечень примесей - базовых показателей - составляющих программу мониторинга (пример - в таблице 2).

Таблица 2

Пример сводной таблицы программы мониторинга

№ и характеристика поста наблюдения	Перечень примесей	Критерий <*>	Основные контролируемые источники
Группа предприятий Кировского района	Водород хлористый	1,2	Томский электроламповый завод, НПЦ «Полос», Томский электромеханический завод, Завод режущих инструментов.
Автотранспортные магистрали г. Томска	Азота диоксид, Оксид углерода, Бенз(а)пирен, Свинец, Взвешенные в-ва Формальдегид	1,2 1,2 1,2 1,2 1,2 2	ул.Яковлева – ул.Пушкина, ул.Пушкина – ул. Транспортная, ул.Вокзальная – ул.79 Гвардейской Дивизии.
Детские площадки г. Томска	Азота диоксид, Оксид углерода, Бенз(а)пирен, Бензол Свинец Формальдегид	1,2 1,2 1,2 1,2 1,2 2	пр. Академический, д.5/1, ул.Королева 4, ул. Сибирская, 108, 111, 81а, ул. Л.Толстого, 56а, пр. Кирова, 37, ул.Герцена, 52, пр.Ленина 245, 244, Иркутский тр-т 37, 51, ул. Пушкина (кафе «Золотой ключик»), Белое озеро, пр. Мира 27, 41, ул. К.Ильмера 10, шк.№45, детский дом на ул.Карташова, ул. Матросова 11, ул. Елизаровых 2, 54, пер. Ботанический 2, ул.Короленко 4, пр. Фрунзе 92, 228, д/к «Авангард».

<*> Критерии включения примеси в программу наблюдения:

1. Высокая расчетная концентрация.
2. Высокая концентрация по результатам натурных обследований.

Таким образом, распределение города на зоны позволит определить наиболее приоритетные направления развития города и наиболее благоприятные, с экологической точки зрения, территории для проживания.

Литература

1. Лаптев И.П. Охрана атмосферы. – Томск: Изд-во Томского университета, 1987. – 152 с.
2. Кабанов М.В. Региональный мониторинг атмосферы. Ч.1. Научно-методические основы: Монография / Под общей редакцией В.Е. Зуева. Томск: изд-во «Спектр» Института оптики атмосферы СО РАН, 1997. – 211 с.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПОЧВОГРУНТОВ ОТ ЛОКАЛЬНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НЕФТЕПРОДУКТАМИ

Н.С. Нирян

Научный руководитель доцент Н.В. Крепша

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Загрязнение почв нефтью и нефтепродуктами (НП) является очень распространенным явлением. Загрязнение почвогрунтов углеводородами в России происходит из-за большого объема освоения и эксплуатации месторождений углеводородного сырья, а также широкого использования нефтепродуктов в народном хозяйстве. К настоящему времени уровень загрязнения почв нефтепродуктами составляет около 10 млн м³ в год [1].

Наиболее современным способом очистки почв от загрязнения нефтепродуктами является комбинированный. Он включает в себя применение сорбентов, уменьшающих концентрацию НП в почвах. Комбинированный способ должен применяться совместно с биоорганическими удобрениями. Это позволяет проводить биологическую очистку даже сильно загрязненных почв. Иногда в роли сорбентов могут выступать и сами биоорганические удобрения.

Так, в результате исследований, отечественными учеными на основе новейших достижений биотехнологии создано биоорганическое удобрение – суперкомпост (СК) «ПИКСА» [2]. Это удобрение создается при использовании современной технологии переработки органических отходов сельского хозяйства (навоза), пищевой и лесотехнической промышленности в экологически чистый продукт. Производство является безотходным. В процессе предусматривается биологическое тепло, получаемое в результате естественного разогрева. Вредные выбросы отсутствуют. Ученые изучали влияние СК «ПИКСА» на рост и развитие злаковых трав в условиях загрязнения почвы нефтепродуктами.

Целью экспериментов, проведенных на кафедре водоснабжения и водоотведения Уральского государственного технического университета, является количественная оценка положительного эффекта, создаваемого органическим удобрением – суперкомпостом «ПИКСА» при его дозированном внесении в дерново-подзолистую почву, загрязненными нефтепродуктами [3, 4].

Эксперименты проводили в камерах искусственного климата при контролируемых условиях. В качестве загрязняющего вещества использовали смесь нефтепродуктов следующего состава: 80 % – дизельное топливо и 20 % – автомобильный бензин (Аи92). Предварительно загрязненные нефтепродуктами почвенные образцы выдерживали при круглосуточной температуре +18...+20 °С в течение 1 мес.

В период предварительных испытаний в почву были внесены следующие концентрации НП: 2,5; 5,0; 10; 20; 30; 40; 80 и 120 г на 1 кг почвы.

Вегетационные опыты с посевом газонной травы проходили в специальной установке, в которой в ходе вегетации поддерживались следующие режимы: освещенность – 18 Клк; фотопериод – 16 ч; температура воздуха – 18...20 °С; влажность воздуха – 40...50 %.

%

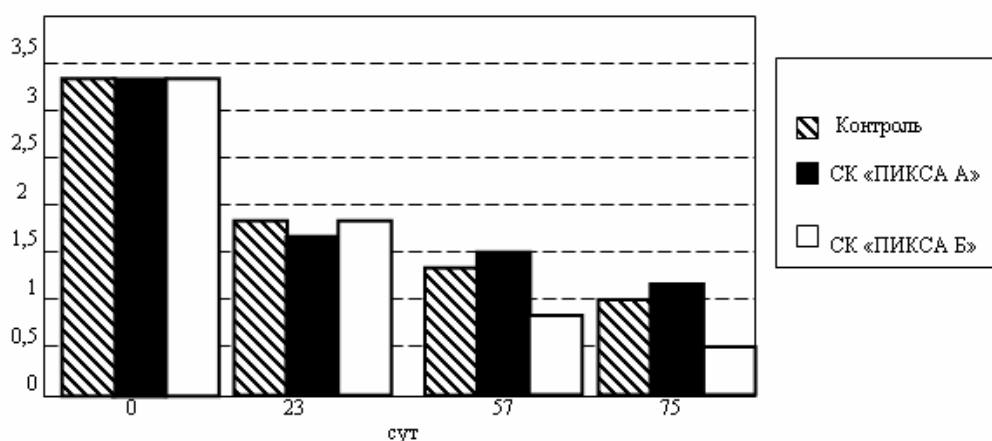


Рис. 1. Динамика концентрации нефтепродуктов в дерново-подзолистой почве при применении СК «ПИКСА»

Для посева использовали смесь 1:1 трав райграса и овсяницы красной. В каждый вегетационный сосуд вносили 1,5 г смеси трав. В загрязненные почвенные образцы вносили два вида испытуемых суперкомпостов, которые имели условное наименование «ПИКСА А» – приготовленное из навоза и «ПИКСА Б» –

приготовленное из птичьего помета. Дозы внесения – 50 и 100 г на 1 кг почвы. Опыты проводились по полной схеме 3-факторного опыта (загрязнитель – НП, суперкомпост, травы) в 3-кратной повторности.

Почва использовалась дерново-подзолистая средне-суглинистая. Агрохимические свойства: содержание гумуса – 2 %; pH – 4,9; P₂O₅ – 24,75 мг на 100 г почвы; K₂O – 27,5 мг на 100 г почвы; общий С – 1,16 %, общий N – 0,11%. Отношение C:N, имеющее важное значение для процессов минерализации органического вещества НП, равно 15.

На рис. 1 показано, что в присутствии СК «ПИКСА Б», приготовленного на основе куриного помета, самоочищение почвы от НП происходило быстрее, чем на контроле, особенно в конце периода наблюдений. При этом оба препарата, как СК «ПИКСА А», так и СК «ПИКСА Б», оказывали положительное влияние на развитие газонной травосмеси, избранной в качестве биотестера. Исходя из полученных данных, можно заключить, что загрязнение почвы нефтепродуктами оказывает угнетающее воздействие на рост газонной травы, начиная с уровня уже 120 мг/кг почвы. Данный эффект отмечается во всех испытанных в опыте вариантах. По мере увеличения загрязнения почвы негативный эффект, выраженный в усилении угнетения растений, усиливается. Наибольшее угнетение растений наблюдалось при концентрации в почве нефтепродуктов на уровне 3,2 %.

Внесение в загрязненную почву СК «ПИКСА» значительно снижает отрицательное воздействие нефтепродуктов на растения. Наибольший положительный эффект получен в варианте с применением суперкомпоста типа «ПИКСА Б» в дозировке 100 г/кг почвы (рис. 2). При этом эффект устойчивости растений к нефтяному загрязнению увеличивается в 1000 раз.

Следовательно, вносимые биоудобрения обеспечивали развитие растений и при достаточно высоких концентрациях НП, что обусловлено их сорбционной способностью. При этом снижается эффективная концентрация НП в почвенном растворе, что обеспечивает развитие растений.

Использование СК «ПИКСА» позволило быстро ликвидировать последствия разлива нефтепродуктов после железнодорожной катастрофы летом 2005 г в Тверской области. Внесение около 7 т биоудобрения СК «ПИКСА» на 1 га загрязненных почв привело к их восстановлению в течение нескольких недель.

Вывод: Суперкомпост «ПИКСА» – это не только удобрение, но и восстановитель (регенератор) почв. Эффективность суперкомпоста «ПИКСА» подтверждается многолетними промышленными и полевыми испытаниями.

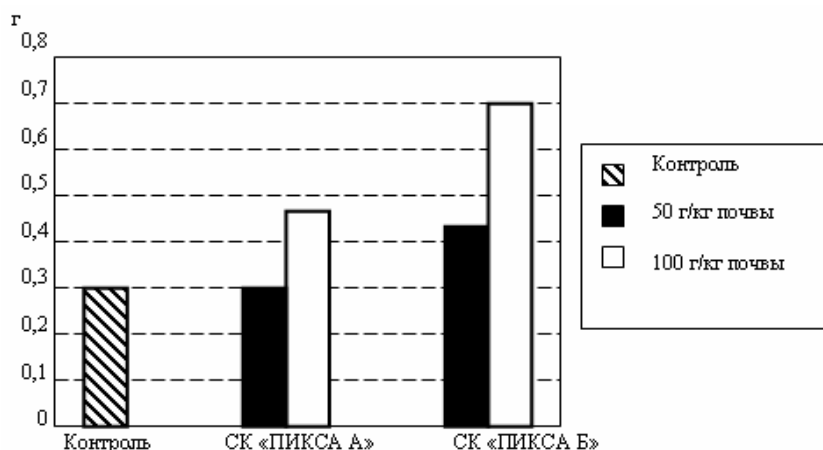


Рис. 2. Вес растений при загрязнении нефтепродуктами дерново-подзолистой почвы нефтепродуктами в дозе 3,2 % при применении СК «ПИКСА»

Литература

1. Киреева Н.А. Микробиологические процессы в нефтезагрязненных почвах. – Уфа: БашГУ, 1994. – 172 с.
2. Пивоваров В.В., Жеребчова Г.П., Метелицина Т.Н. Технология применения суперкомпоста «ПИКСА» на озеленных территориях города. – М.: ГУП Академия коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова, 2001. – 24с.
3. Семенцов А.С. Технологии производства и использования биоорганического удобрения «ПИКСА». – М.: ВИУА/РСХА, 2005. – 224 с.
4. Семенцов А.С., Черкашин Ю.М., Антипов Б.В. и др. Методические рекомендации по применению агрохимиката «СК ПИКСА» для улучшения экологической обстановки в инфраструктуре филиалов ОАО «РЖД». – М., 2005. – 54 с.
5. ТУ 9841-001-45420372-2003. Удобрение органическое «Суперкомпост «ПИКСА».

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ШЛАМОВЫХ ВОД ПРЕДПРИЯТИЙ УГОЛЬНОЙ ОТРАСЛИ

А.В. Папин, А.В. Неведров, Е.В. Жбырь

Научный руководитель профессор Г.А. Солодов

Кузбасский государственный технический университет, г. Кемерово, Россия

С развитием угольной энергетики в определенной мере связана энергетическая безопасность и социальная стабильность России. Огромные масштабы добычи и переработки угля вызывают острую

необходимость разработки мероприятий и создания новых процессов безотходной технологии, при которой все составные части полезного ископаемого разделяются на конечные товарные продукты, используемые в народном хозяйстве.

В настоящее время, например, только 40 % углей Кузбасса проходит через обогатительные фабрики. За длительное время, накопилось значительное количество шламовых вод и угольных шламов, в которых содержатся до 40-80 % органической массы, причем, в будущем проблема будет стоять еще более остро, так как угольными предприятиями требуется подвергать обогащению практически весь добываемый уголь.

Перевод угольных шламов в технологически приемлемую продукцию позволит не только улучшить экологическую обстановку в регионе, но и получить существенный экономический эффект за счет расширения товарной базы от их комплексной переработки.

Шламовые воды представляют собой тонкодисперсные системы, воздействовать на которые путем применения традиционных технологий (флотация, гравитационное обогащение и т.д.) с целью их утилизации, весьма сложно, а иногда и технологически не выполнимо.

Альтернативным решением этой задачи может быть нетрадиционная технология комплексной переработки шламовых вод предприятий угольной отрасли. Нами предлагается следующая принципиальная технологическая схема комплексной переработки шламовых вод (рис.).

Реализация такой технологической схемы, или подобных ей, позволяет провести комплексную утилизацию шламовых вод с получением ряда товарной продукции и обеспечением углеобогастительных фабрик тепловой энергией.

Предприятия угольной отрасли должны иметь, как правило, полностью замкнутый водяной цикл водно-шламового хозяйства с оборотным техническим водоснабжением.

Отработка данной схемы в лабораторных условиях проводилась на примере шламовых вод ОАО ЦОФ «Березовская». Первоначальным этапом утилизации шламовых вод такого качества, согласно предлагаемой схемы, является отделение угольной составляющей от жидкой фазы путем сгущения в поле центробежных сил. В результате получают два полупродукта – сгущенный угольный шлам, представляющий собой суспензию с содержанием твердой фазы 60-75 % мас., и техническая вода.

Отделенный угольный шлам перерабатывается в зависимости от дальнейшего применения (ВУТ, сырье для коксования, полукоксования, твердые энергетические топлива и т.д.). При необходимости его можно обогатить методом масляной агломерации [1], так как крупность частиц угольного шлама (менее 500 мкм) не позволяет это сделать другими методами. В результате процесса образуется углемасляной концентрат, представляющий собой низкосольный и низкосернистый полупродукт. Выход в концентрат составлял 80-84 % мас. Расход связующего был определен потребностью для формирования агломерированного концентрата с минимально возможной зольностью $A^d = 4,8-5,6$ % мас. и зависел от зольности исходного угольного шлама.

Перспективным направлением применения углемасляного концентрата является получение на его основе водоугольных топлив. Поэтому полученный углемасляной концентрат далее подавался в шаровую мельницу на измельчение и пластификацию. В качестве основы пластифицирующей добавки использовался компонент на основе гуминовых препаратов.



Рис. Принципиальная технологическая схема комплексной переработки шламовых вод

В результате было получено водоугольное топливо с содержанием массовой доли твердой фазы от 62,4 до 63,6 % и эффективной вязкостью 1000 мПа·с. Исследования на статическую стабильность показали, что расслоение проб водоугольного топлива не наблюдалось в течение более 30 суток.

После сжигания водоугольного топлива остается зола практически без недожога – уникальное сырье, зачастую содержащее промышленные кондиции редких и ценных металлов.

Зола от полученного водоугольного топлива направлялась на установку магнитной сепарации, где отделялась магнитная фракция. Так, например, было выделено 7 % магнитной фракции.

Образующиеся при проведении процесса масляного агломерирования угольных шламов “хвосты обогащения” могут найти свое применение также в технологии извлечения редких рассеянных элементов, производстве строительных материалов, различных наполнителей как балластные примеси.

Техническую воду отстаивали, отделяли от остатков твердой фазы флотацией и очищали химическими методами. После этого в воде устанавливается определенная концентрация веществ органического происхождения – флотационных реагентов и флокулянтов.

Многочисленная циркуляция технической воды и ее контакт с углем приводят к поглощению твердой фазой избытка флокулянтов и флотореагентов. Таким образом, происходит очищение технической воды от флокулянтов и флотореагентов. Глубокая очистка оборотной воды от флокулянтов и флотореагентов может производиться сорбционным методом с помощью активного угля.

Кроме взвешенных нерастворимых веществ в оборотных водах угольных предприятий велико содержание растворимых солей. Снизить содержание растворимых веществ можно методами химической или физико-химической водоподготовки, это необходимо делать для дальнейшего применения воды в теплообменных системах, так как велика вероятность образования накипи.

В теплообменниках систем оборотного водоснабжения и водяного отопления накипеобразование может быть значительно снижено с помощью электрообработки воды постоянным током [2]. Кроме того, обработка воды электрическим полем позволяет отказаться от применения химикатов для водоподготовки. Применение этого метода водоподготовки исключает загрязнение окружающей среды вредными стоками водоподготовительных установок. Электрическая обработка воды не требует громоздких сооружений, специальных контрольных лабораторий и не лимитирует количество обрабатываемой воды. Этот метод водоподготовки позволяет эффективно защитить теплофикационное оборудование от накипи.

Осадок, выделяемый на различных стадиях водоподготовки также можно использовать в технологиях извлечения ценных элементов и строительных материалов.

Воду, очищенную от нерастворимых, растворимых солей и флотореагентов, далее можно использовать в котельных установках или для других производственных нужд.

Полученные данные показывают эффективность технологии комплексной переработки шламовых вод с получением ряда ценной продукции из отходов предприятий угольной отрасли: малозольного концентрата, сырья для рудоперерабатывающих предприятий, строительных материалов и технической воды.

Соответственно повысится конкурентоспособность угольных предприятий на рынке сбыта. Углепродукция, содержащая редкие и ценные металлы, с внедрением глубокой переработки принесет экономическую выгоду в 2 – 4 раза большую, чем продажа рядовых углей.

Таким образом, внедрение данной технологии комплексной переработки шламовых вод предприятий угольной отрасли позволит повысить экологическую безопасность этих предприятий и их экономическую эффективность.

Литература

1. Клейн М.С., Байченко А.А., Почевалова Е.В. Масляная грануляция угольных шламов Кузбасса // Вестн. КузГТУ. – Кемерово, 1999. – № 6. - С. 59 - 62.
2. Неведров А.В. Проблемы накипеобразования и экологической безопасности предприятий тепловой энергетики // Вестник Кузбасс. гос. техн. ун-та. – Кемерово, 2003. – № 2. - С. 83-85.

ФАКТОРЫ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПИТАНИЯ

Е.В. Полушина¹

Научный руководитель доцент Ю.В. Бородин²

¹Томский сельскохозяйственный институт, г. Томск, Россия

²Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Наш век – это век мутагенных заболеваний и генетической безопасности питания. Актуальность представляет разработка методов генетической коррекции метаболизма клеток и антимутагенной реабилитации. Вмешиваясь в природу, человек становится чувствительным индикатором загрязнения окружающей среды [1]. Многие лекарственные средства являются ксенобиотиками. Увеличивается мутагенная нагрузка на организм, особенно, барьерные системы. Необходимо комплексное изучение гомотоксических свойств пищевых добавок, выявление и предупреждение факторов мутагенности и разработка антимутагенной профилактики [2]. Снижение антимутагенной активности пищевых продуктов на стадиях переработки связано с уменьшением содержания высокомолекулярных веществ (например, белков, липидов, полисахаридов, полифенолов и т. д.). С развитием инженерии клеточного метаболизма продвинулось решение проблем анализа мутагенов окружающей среды и пищевых добавок. С помощью такой инженерии можно конструировать пищевые продукты, защищающие генетические структуры организма человека от негативных воздействий. Разработаны концепция, принципы и методика антимутагенной защиты биохимического обеспечения жизнедеятельных клеток [2-4]. Инженерия клеточного метаболизма дает реальную оценку генно модифицированным пищевым продуктам. Такие продукты

усиливают проблемы метаболизма клеток и изменяют генетическую структуру человека при внедрении в его геном чужеродных генов.

При избытке мутагенов и недостатке антимутагенов метаболизм клеток нарушается в пользу мутагенов и происходит разрушение мембран клеток гомотоксинами, что является основной причиной пониженного иммунитета клеток, развития многих заболеваний и преждевременного старения [5]. Человеческий организм не способен синтезировать в нужном количестве необходимые комплексы высокомолекулярных веществ. С пищей так же поступает недостаточное количество антимутагенных пищевых добавок. Нужен детерминизм действия низкомолекулярных (витамины) и высокомолекулярных (белки, полисахариды и т. д.) веществ. Такой детерминизм антимутагенной защиты метаболизма клеток трудно получить искусственным синтезом. Это достигается в условиях отдельно взятой местности. В настоящее время хорошо изучена защитная роль витаминов С, Е, β-каротина, селена [5]. Показано, что полезный эффект регулярного потребления плодов и овощей в сдерживании развития болезней и старения достигается не только за счет витаминов, но и благодаря биологическим свойствам растительных продуктов. Повышенное употребление фруктов, овощей и других растительных продуктов, как источников антимутагенов, обеспечивает синергизм веществ, которые они содержат.

На примере многих плодов и ягод установлено, что от общей антимутагенной защиты на долю витамина С приходится 10-15 %. Значительная часть представлена биологическими свойствами растительного сырья, его фактора привязанности к местности. Исследования последних лет показали, что биологическую значимость представляют высокомолекулярные вещества, обладающие противовоспалительными, антиаллергическими, антивирусными и противоканцерогенными свойствами [1]. Ягоды черной смородины – богатый источник антимутагенного комплекса. Комплекс включает, помимо витамина С, значительное количество пищевых кислот. В ягодах красной смородины меньше антимутагенов, чем в черной. Ягоды черноплодной рябины богаты такими высокомолекулярными веществами как полименолы, бета- каротины, витамин С. Высокое содержание флавоноидов обнаружено в других плодах и ягодах. В ягодах ежевики, голубики, клюквы, малины, земляники количество антоцианидов достигает 500 мг на 1 кг сырой массы [2]. Богатым антимутагенным комплексом обладают плоды облепихи, шиповника, калины, рябины, черемухи, барбариса, боярышника и т. д..

Значительный интерес представляет определение общей антимутагенной способности плодов и ягод. Общая антимутагенная способность голубики, клюквы превышает 20 ммоль/г. По мере созревания и сорта, например голубики, антимутагенная активность колеблется в три раза [6]. Учитывая антимутагенные свойства свежих плодов и ягод, их необходимо употреблять в течении года. В связи с этим проблемой является разработка и освоение способов их хранения и транспортирования. Задача хранения – ингибировать перекисление липидов мембран, не нарушая нормальных процессов метаболизма. При существующих способах хранения растительного сырья в холодильных камерах из-за высокого содержания кислорода (~21%) происходит быстрое перекисление липидов мембран и их разрушение [4]. Длительное воздействие комплекса неблагоприятных абиотических и биотических факторов на плодородное сырье вызывает мутагенное повреждение клеточных структур (окислительный стресс). В виду того, что плоды и ягоды являются богатейшим источником комплекса естественных антимутагенов, целесообразно создавать новые сорта растительных культур с повышенным уровнем высокомолекулярных веществ.

Таким образом, прослеживается биологическая зависимость, заключающаяся в том, что надежная защита обеспечивается группой антимутагенных веществ. Эта проблема представляет интерес для комплексного исследования антимутагенной защиты.

Литература

1. Болбырев А.А. Биологические пределы жизнедеятельности //Природа, 2000. № 9. С. 18-21.
2. Вытавская А.В. "Живая" пища спасет население планеты. – Пища, вкус и аромат, 1999.- №1. – С. 2-4.
3. Дурнев А.Д., Орещенко А.В. Функциональные безалкогольные напитки на основе антимутагенных пищевых добавок //Хранение и переработка сельхозсырья. – 2003. – № 11 – С. 57-59.
4. Колесников А.В. Значение в профилактике заболеваний фенольных соединений плодов и ягод //Пищевая промышленность. – Москва, 2000г. – 8. С. 35-37.
5. Cortassa S. /Metabolism and Cellular engineering. – London. – World Scientific. – 2003. 220 p.
6. Ягодные культуры Томской области //под редакцией Михайловой Г.Д. – Издательство Томского университета. – 1982. – 165 с.

СНИЖЕНИЕ МУТАГЕННОСТИ КЛЕТОЧНОГО МЕТАБОЛИЗМА ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Е.В. Полушина¹, Ю.А. Чепурная¹

Научные руководители: доцент Ю.А. Бородин², профессор А.Н. Сергеев¹

¹Томский сельскохозяйственный институт, г. Томск, Россия

²Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

На предприятиях по производству мяса птицы часто используются кроссы с низким генетическим потенциалом, наблюдается высокий уровень загрязненности окружающей среды, несбалансированность кормов, недостаточная эффективность премиксов. Все это приводит к высокому уровню общей мутагенности. Любые факторы мутагенности дополнительно приводят к снижению иммунной защищенности и резистентности организма цыплят- бройлеров. Снижаются привес и вкус мяса. В такой генетически небезопасной обстановке необходимо переходить от выборочных лечебно- профилактических действий к постоянной антимутагенной защите метаболизма клеток. Низкоэффективное действие премиксов усиливает фактор загрязненности внутренней среды организма цыплят- бройлеров [2].

Ключевым фактором защиты метаболизма клеток цыплят-бройлеров к мутагенным и гомотоксическим негативным воздействиям является оздоровительное кормление. В практике выращивания цыплят, как правило, используются премиксы с добавками антиоксидантов, витаминов, микроэлементов и других добавок растительного происхождения. Такие добавки влияют на спонтанный и индуцированный мутагенез. Существующие технологии премиксов предусматривают наряду с введением лекарственных средств антимуtagenные добавки, устраняющие эффект сопутствующей мутагенности лекарств. Используемые антиоксиданты часто не растворяются в воде и потому часто применяются в чистом виде. Практически наблюдается передозировка антиоксидантов. Использование антиоксидантов в виде жировых растворов удорожает стоимость корма [3].

Как известно, в рационе кормления домашней птицы присутствуют травы, семена, листья деревьев, кустарников, овощи, дробленые сырые кости и другие, необходимые для роста компоненты. Цыплята-бройлеры приобретают иммунитет, становятся стойкими к заболеваниям. В промышленных условиях производства мяса бройлеров стремятся приблизиться к условиям домашнего выращивания, что сопровождается значительным удорожением конечного продукта. В этих условиях представляется рентабельным оздоровительное кормление с использованием антимуtagenных добавок [1].

Зародыши пшеницы, являясь отходом мукомольной промышленности, зарекомендовали себя как сырье высокой пищевой ценности с высокой концентрацией высокомолекулярных белковых биополимеров ($\geq 80\%$). Основными продуктами переработки зародышей пшеницы на сегодняшний день являются:

- масло, используемое в лечебно-профилактических целях, пищевых продуктах, косметических препаратах;
- ферментативные препараты;
- жмых;
- хлопья.

Фирмой «СибТар» на базе Новосибирского мелькомбината №1 освоена технология производства масла из зародышей пшеницы, заключающаяся в механическом прессовании сырья при температуре $\leq 80^\circ\text{C}$. Масло содержит свыше 70 % полиненасыщенных жирных кислот (витамин Р), максимальное количество витамина Е из всех известных природных источников (> 400 мг). При регулярном потреблении масло оказывает общеукрепляющее действие, повышает сопротивляемость, способствует торможению старения организма. Масло рекомендуется для лиц, проживающих в экологически неблагоприятных зонах и работающих на предприятиях химического профиля с целью профилактических курсов эндоэкологической реабилитации. Клиническими испытаниями показано, что масло обладает выраженным иммуно-протекторным эффектом. В настоящее время продолжают интенсивные клинические испытания масла зародышей пшеницы на базе московских, новосибирских и томских клиник, а так же на пищевых предприятиях.

Сушка и обжаривание зародышей пшеницы связаны с высокой неустойчивостью их при хранении. Быстрое изменение органолептических свойств происходит вследствие высокой концентрации в зародышах пшеницы ненасыщенных жирных кислот и всех типов ферментов, особенно, липазы и липоксигеназы. Хлопья используются в качестве добавок в технологиях хлебобулочных изделий лечебно-профилактического назначения, белкового накопителя в технологиях кисломолочных напитков, добавок в корма. При замене части яичного порошка белками зародышей пшеницы сохраняются органолептические и физико-химические показатели майонезов. Увеличивается вдвое содержание высокомолекулярных белков.

Молекулярная масса белковых биополимеров в зародышах пшеницы достигает значений $M_r \leq 1,2 \cdot 10^5$ Дальтон. Это отражается на количестве и разнообразии ферментативных и других функций. Использование при переработке сырья биогенных режимов можно добиться высоких значений M_r белковых биополимеров, выступающих в роли апоферментов функций. Этому способствует использование ультразвуковой обработки исходного сырья и водной экстракции с дополнительной экспозицией в поле КВЧ-волн.

Накопленный опыт получения из зародышей пшеницы продукции с набором уникальных свойств показывает возможность выпуска помимо освоенных препаратов экстракты с высоким содержанием высокомолекулярных белковых биополимеров. Представляется возможным проведение таких работ с использованием сырья ОАО «Томские мельницы». Предварительная влажно-тепловая обработка зерна пшеницы перед помолом обеспечивает достаточный объем сырья (0,8 % порошка от полученной муки). Производство масла в виду его высокой себестоимости и практики новосибирского мелькомбината № 1 по его реализации представляется преждевременным. Производство хлопьев зародышей пшеницы недостаточно эффективно как пищевая добавка в хлебобулочном производстве и молочных пищевых продуктах.

Разработанные в Томском сельскохозяйственном институте технологические приемы извлечения белковых биополимеров с использованием водной экстракции и экспонирование в поле КВЧ-излучения, позволяет эффективно извлекать из сырья добавки с высоким содержанием биополимеров ($M_r \geq 3 \cdot 10^5$ Дальтон). Препараты с высоким содержанием белковых биополимеров являются эффективными для иммунопрофилактики детей раннего возраста, онкологических больных, пожилых людей и лиц, живущих в неблагоприятных условиях. Так же иммунопрофилактика эффективна для работников опасных производств. Особое место занимает направление использования таких препаратов как иммунопрофилактика животных перед принятием лекарственных препаратов. Препараты на основе белковых биополимеров не относятся к лекарственным и не имеют побочных явлений. Предлагаемая добавка найдет свое применение при ферментации воды «столовая», приготовлении косметических препаратов, технологии пищевых эмульсий и т. д.

В молочном животноводстве с высокой механизацией труда имеются специальные условия кормления, содержания, доения, ухода, внешней среды, которые влияют на физиологическое состояние животных. В организме вызываются определенные патофизиологические сдвиги, а иногда массовое заболевание поголовья. Возрастает значение систематического контроля за состоянием животных. Необходим контроль физиологического состава крови, состояния систем клеточной и гуморальной защиты у животных в условиях

промышленных комплексов. Необходимо изучение эффективности систем контроля состояния стада, позволяющие своевременно выявлять патофизиологические сдвиги у животных и принимать своевременные меры по их устранению.

Комплексные клинические и лабораторные исследования коров включают определение в крови основных гематологических показателей (гемоглобин, эритроциты, лейкоциты, лейкоцитарная формула), показателей состояния обмена веществ (общий белок, резервная щелочность, фосфор, кальций, каротин, сахар, летучие жирные кислоты, кетоновые тела). В комплекс исследований так же входят показатели естественной резистентности (интенсивность фагоцитоза, титрекомплименты, нормальные антитела, общая гемолитическая активность).

Часто у животных берутся пробы крови для определения влияния различных лекарственных препаратов на гемоглобические показатели и естественную резистентность организма. Подкожное введение гипериммунной крови оказывает стимулирующее влияние на некоторые факторы клеточной и гуморальной естественной защиты организма животных. Наряду с ее специфическими действиями обеспечивается профилактический эффект при респираторных болезнях. Необходимо ее широкое применение в неблагополучных хозяйствах в комплексе с другими общими ветеринарно-санитарными и профилактическими мероприятиями.

В рационах кормления при выращивании молодняка уделяется внимание к необходимому количеству витаминов, макро- и микроэлементов, стимуляторов роста. Особое значение приобретает профилактика заболеваний животных, как путем усиления их резистентности, так и воздействием биоактивных препаратов на возбудителей заболеваний. Встают вопросы технологий приготовления и скармливания специальных концентратов для телят-молочников. Заболеваемость коров маститами зависит от уровня факторов клеточной и гуморальной защиты. Чем ниже интенсивность фагоцитоза в организме коров и ниже уровень нормальных антител в крови, тем выше заболеваемость маститами.

Для оценки физиологического состояния коров разных типов изучаются основные гематологические показатели по общепринятым методикам. Определяется так же уровень фагоцитоза, лизоцина, комплемента, нормальных гемагглютининов и гемолизинов, общей гемолитической активности сыворотки крови.

Ведутся работы по созданию белково-жировых комплексов с антимуtagenными носителями. В качестве таких носителей выступают альбумино – глобулиновые белки, иммобилизованные на фазовых границах масло – вода. Это достигается водной экстракцией зародышей пшеницы и других семян в биогенных условиях. Изучаются пути достижения устойчивости дисперсных систем масло – вода и, особенно, режима коллоидной защиты. Высокомолекулярные белки зародышей пшеницы, иммобилизованные на фазовых границах, выполняют роль антимуtagenного носителя для защиты биохимических процессов жизнедеятельности клеток от факторов внешней среды. Введение в такие антимуtagenные кормовые добавки высокомолекулярных углеводов, полифенолов, липидов и т. д., повышает эффективность оздоровительного кормления и устойчивость таких препаратов во времени.

Литература

1. Антипова Л. В., Жеребцов Н. А. Биохимия мяса и мясных продуктов. – Воронеж: Издательство Воронежского государственного университета, 1991. – 260 с.
2. Cortassa S. Metabolism and cellular Engineering/ - London World Scientific, 2003. – 220 p.
3. Нестеров Н. Белотин и биотин – ценный кормовой белок //Комбикорма, 1999. - № 2. – С. 29-30.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОЧИСТКЕ ПРОМЫВНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ С ПОМОЩЬЮ ОБРАТНОГО ОСМОСА

В.А. Сомин, А.А. Левченко, Л.В. Шнейдер

Научный руководитель профессор Л.Ф. Комарова

**Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,
г. Барнаул, Россия**

Загрязненные производственные стоки представляют наибольшую угрозу для экологического состояния водных объектов, так как часто содержат высокотоксичные вещества. Основными причинами ухудшения качества воды являются: несовершенство существующих технологий водоочистки, нерациональное использование воды, связанное с отсутствием на многих предприятиях систем оборотного водоснабжения, а также высокая стоимость современных систем очистки. К наиболее опасным загрязнителям относятся, прежде всего, хлорорганические соединения, углеводороды, соли тяжелых металлов. Последние, попадая в окружающую среду и взаимодействуя с другими элементами, образуют чрезвычайно токсичные вещества, даже незначительные количества которых могут привести к неблагоприятным последствиям для здоровья человека и состояния окружающей среды. Тяжелые металлы, включаясь в пищевую цепь, способны концентрироваться в организмах до количеств, в сотни и тысячи раз превосходящие их содержание в среде. Следует отметить и то, что металлы обладают ярко выраженным эффектом суммации, из-за чего совместное присутствие нескольких элементов усиливает их токсическое действие в несколько раз [1].

С этих позиций сточные воды гальванических производств вносят существенный вклад в загрязнение окружающей среды, так как содержат в себе высокотоксичные соли тяжелых металлов. Из-за многообразия гальванических процессов на предприятиях в настоящее время сточные воды чаще всего подвергают очистке объединенным потоком. Однако такой подход не решает проблему повторного использования воды путем создания замкнутого водооборота и не позволяет выделять из стоков ценные компоненты. Поэтому кардинальное решение проблемы загрязнения водных ресурсов состоит в разработке и внедрении ресурсосберегающих технологических процессов и производств, а также замкнутых водооборотных циклов.

Хромирование является одной из наиболее распространенных гальванических операций, позволяющей защитить изделия из черных металлов от коррозии и придать им декоративные свойства. Однако сточные воды ванн хромирования наиболее опасны для окружающей среды, так как содержат ионы хрома (VI), значение предельно допустимой концентрации которых в воде рыбохозяйственных водоемов составляет 0,05 мг/л.

В мировой практике накоплен большой опыт по очистке стоков, содержащих ионы хрома. Тем не менее, применение того или иного метода должно осуществляться с учетом конкретных условий производства: состава ванн, в которых наносятся покрытия и происходит промывка деталей, мощности производства и возможностей самого предприятия внедрить ту или иную систему очистки. До настоящего времени наибольшее распространение получили методы очистки таких вод с использованием химических реагентов, позволяющих перевести токсичные соединения в менее токсичные или практически полностью выделить их из сточной воды в виде гидроксидов, карбонатов, сульфидов и других малорастворимых соединений [3]. Достоинство этих методов – в эффективности очистки. Однако к существенным недостаткам их относится большое реагентное хозяйство и невозможность использования в дальнейшем полученных осадков. Таким образом, безвозвратно теряется ценное сырье.

Основное количество воды в процессе нанесения гальванических покрытий, в том числе при хромировании, приходится на промывные операции. Эту воду целесообразно после очистки возвращать в замкнутый цикл, а полезные компоненты использовать в производстве.

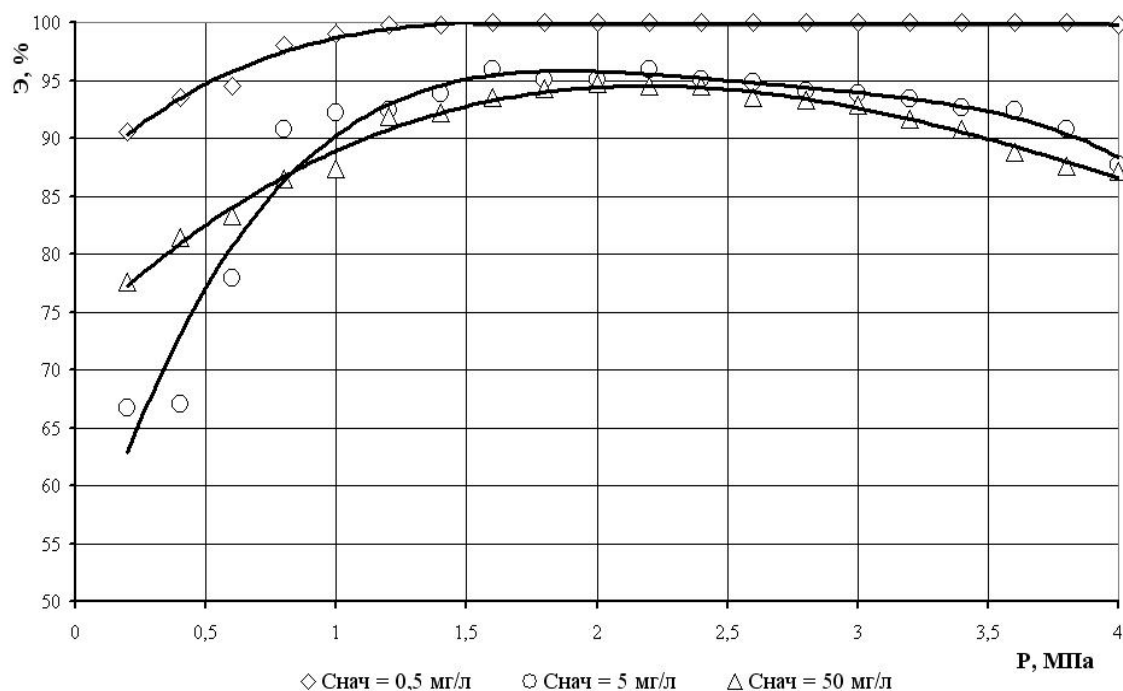


Рис. 1. Зависимость селективности извлечения (Э) ионов хрома (VI) от давления (P) при $P_H=7$

Регенерационные методы очистки воды от ионов металлов, в частности, от ионов хрома (VI), позволяют не только вернуть в производство сырье, но и производить очистку до необходимого уровня. Среди них известны ионообменные, адсорбционные и мембранные технологии.

Основным мембранным методом, позволяющим осуществлять выделение из растворов ионов металлов, является обратный осмос. Данный метод имеет ряд преимуществ перед вышеперечисленными методами, так как потребляет сравнительно небольшое количество энергии и имеет довольно простое аппаратное оформление [2].

Нами изучалась возможность регенерации хрома из промывных ванн. В предлагаемой технологии предусматривается отведение промывных вод отдельным потоком на обратноосмотическую установку. В этом случае фильтрат может быть повторно использован при промывке деталей, а концентрат – при приготовлении растворов, используемых при хромировании. Такая технология позволяет исключить сброс сточных вод гальванических цехов и сократить потери дефицитного хромового ангидрида.

Для определения оптимальных параметров мембранного разделения промывных вод нами были проведены исследования на обратноосмотической установке. В качестве разделяемой смеси использовали водный раствор бихромата калия с концентрациями 0,5, 5 и 50 мг/л, который пропускать через ацетатцеллюлозную мембрану при давлениях от 0,2 до 4 МПа. Опыты проводились в нейтральной ($pH \approx 7$) и кислой средах ($pH \approx 4$). Результаты экспериментов приведены на рисунках 1 и 2.

Сравнивая полученные зависимости, можно сделать вывод о том, что в кислой среде процесс очистки происходит гораздо менее эффективно. При малых концентрациях (0,5 мг/л) и давлении 1-5 МПа в нейтральной среде наблюдается практически полное удаление ионов хрома (до 99,9%), а в кислой при тех же условиях, наоборот эффект очистки минимален и составляет порядка 60-70%. Наиболее оптимальным в нейтральных

условиях на всем диапазоне концентраций является проведение процесса при давлениях 1,5-3 МПа, а в кислой среде – при давлении от 0,1 до 1 МПа.

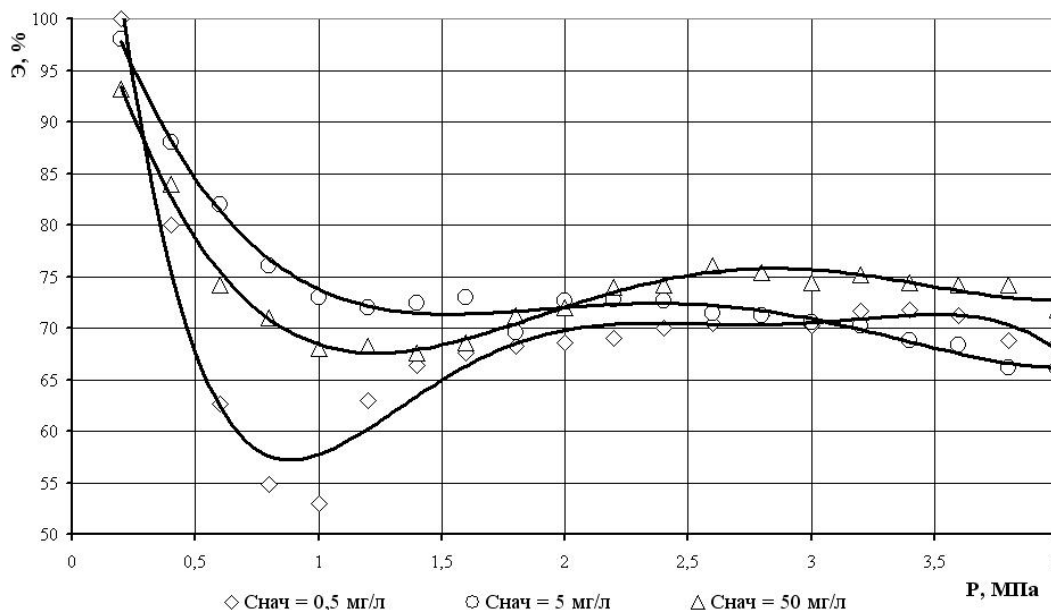


Рис. 2. Зависимость селективности извлечения (Э) ионов хрома (VI) от давления (P) при pH=4

На основании проведенных экспериментов можно сделать вывод о возможности мембранного концентрирования промывных растворов ванн хромирования, позволяющим вернуть хромовый ангидрид в производство, воду – в оборотный цикл. В случае кислой среды целесообразно предварительно нейтрализовать воду.

Литература

1. Зайцев В.Ф., Григорьев В.А., Крючков В.Н. Особенности распределения тяжелых металлов в органах и тканях различных видов ихтиофауны // Вестник АТИМРПИХ, 1993. – С. 69–71.
2. Дытнерский Ю.И. Процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов. Ч.2. Массообменные процессы и аппараты. – М.: Химия, 2002. – 400 с.
3. Комарова Л.Ф., Кормина Л.А. Инженерные методы защиты окружающей среды. Техника защиты атмосферы и гидросферы от промышленных загрязнений: Учебное пособие. – Барнаул, 2000. – 391 с.

ДЕМОГРАФИЧЕСКАЯ СИТУАЦИЯ ВО ВЬЕТНАМЕ КАК ЧАСТЬ ГЛОБАЛЬНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОБЛЕМЫ

Хоанг Ван Куэт, Нгуен Ван Туан

Научный руководитель доцент Н.В. Крепша

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

За последние 500 лет население Земли выросло в 20 раз (с 300 млн до 6,5 млрд человек). Согласно прогнозам организации объединенных наций (ООН) этот рост будет продолжаться, хотя и медленнее – к 2050 году нас на Земле будет 9,5 млрд человек [1]. Повлияет ли такое взрывное увеличение человеческой популяции на дальнейший глобальный экологический кризис?

Да, одной из причин глобального экологического кризиса наряду с научно-техническим прогрессом является рост населения Земли. Ученые считают, что человечество берёт у природной среды необходимые ему вещества, энергию и информацию, преобразовывает их в полезный для себя продукт и возвращает в природу отходы своей деятельности. Деятельность человечества можно представить в виде незамкнутой цепочки [1]:

вещество, энергия, информация → конечный продукт → отходы

Каждый из этих элементов несёт природной среде негативные последствия:

- а) ощутимые сейчас (загрязнение природной среды);
- б) опасные в будущем (исчерпание природных ресурсов, техногенной катастрофы и т.д.).

Таким образом, человечество создаёт большие техногенные нагрузки на природную среду. Чем больше людей на земном шаре, тем больше техногенные нагрузки на природную среду. Необходима стабилизация численности населения на земле.

Демографический взрыв – это стремительный рост населения. За последние 200 лет в разных регионах Земли он начался не одновременно. К началу XXI века в Европе характерно развитие демографического

перехода к стабилизации населения. Самый большой прирост дают развивающиеся азиатские страны – Китай, Индия, Индонезия, Африка, а также Вьетнам.

Какова же демографическая и экологическая обстановка во Вьетнаме? Вьетнам находится в Юго-Восточной Азии на полуострове Индокитай (рис. 1). Площадь территории составляет $S=333032 \text{ км}^2$. Климат территории тропический, муссонный. Около 1/3 части территории Вьетнама покрыто тропическими лесами.

В настоящее время по численности населения Вьетнам занимает 14-е место в мире и 3-ое место в Юго-Восточной Азии после Индонезии и Филиппин. Наибольшая плотность населения на территории Вьетнама в следующих районах: равнина рек Меконг и Красной и юго-востоке страны (рис.1).

В период многолетней войны с французскими и американскими агрессорами (1920–1975 гг.) население (особенное мужское) нашей страны не росло (рис. 2). Средняя продолжительность жизни мужчин составляла 41,8 лет.



Рис. 1. Обзорная карта Вьетнама

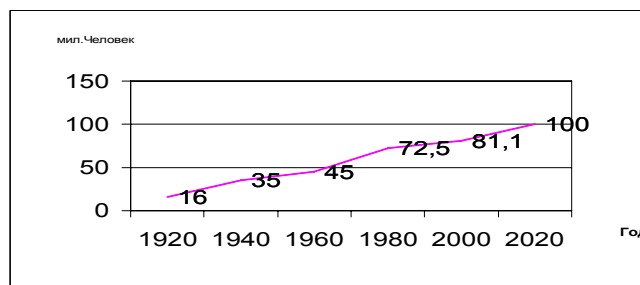


Рис. 2. График роста населения во Вьетнаме

После войны (1975–1990 гг.) качество жизни людей во Вьетнаме увеличилось, уменьшилась смертность в 5 раз, а продолжительность жизни мужчин составляла в среднем 60,8 лет, а женщин – 64,2 лет. И только за 6 последних лет (1992–1998 гг.) численность населения страны увеличилась на 2,3 %. Дальнейшее повышение населения произошло в 1999 году, когда только за один год оно увеличилось на 76,3 тыс. человек, или на 3,5% (рис. 2). С развитием экономики и улучшения социальной политики смертность населения во Вьетнаме уменьшалась в 2 раза. Продолжительность жизни мужчин составляет в среднем 65,8 года, а женщин – 70,2 года.

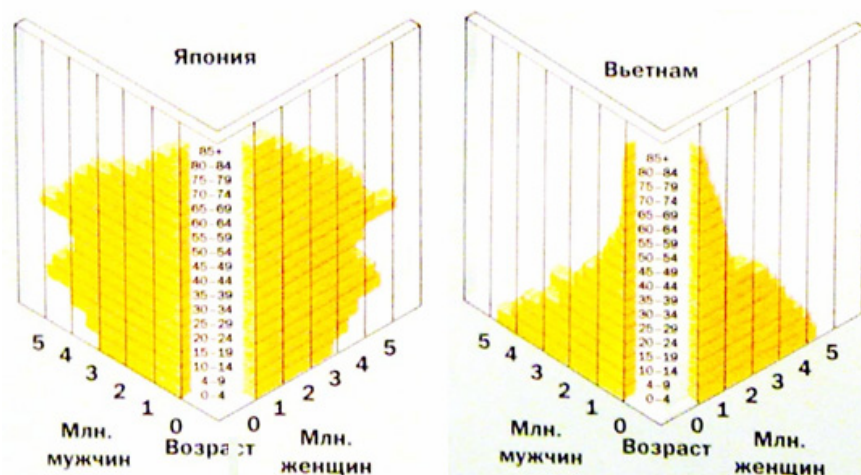


Рис. 3. Гистограмма распределения мужчин и женщин по возрастным группам

В целом, анализ графика (рис. 2) показывает, что, начиная с 1980 годов, население Вьетнама резко растёт, т.е. за послевоенные годы население Вьетнама увеличилось в 5,5 раз, а в мире только в 3,6 раз. К настоящему времени (2005 г.) население Вьетнама составляет 84,1 млн человек. Плотность населения во Вьетнаме также большая, т.е. на 1 км^2 приходится 233 человек. Например, в России население насчитывает 143,7 млн человек, а площадь территории $S=17,1 \text{ млн км}^2$, т.е. на 1 км^2 приходится 8 человек. Это в 46 раз ниже, чем в Китае и в 27 раз ниже, чем во Вьетнаме.

Анализ гистограммы (рис. 3) распределения мужчин и женщин по возрастным группам по Вьетнаму показывает, что треугольная форма пирамиды имеет широкое основание и узкую вершину. Это говорит о высокой рождаемости и низкой продолжительности жизни. Вьетнам – это страна с молодым населением. Доля

населения с возрастом людей 15–59 лет растет. Пирамида несимметричная, т.к. женщины в среднем живут дольше мужчин [2].

Если население растёт медленнее, но люди живут дольше, как в Японии, то пирамида приближается к форме колокола.

Такой рост населения и развитие научно-технического прогресса в стране не может не сказаться на деградации природной среды.

В стране отмечаются следующие экологические проблемы:

- 1) уменьшение природных ресурсов (особенно площади тропических лесов);
- 2) увеличение выбросов вредных отходов предприятий в природную среду;
- 3) уничтожение животных и растений.

Отсюда, для Вьетнама призыв Н.Ф. Реймерса [3] «не навреди» природе, на наш взгляд, должен означать:

1. Регулирование рождаемости в стране законодательным путём, проведение политики планирования семьи (например, по законам о рождаемости в настоящее время каждая семья имеет только 1 или 2 детей).
2. Рационально использовать трудовые ресурсы.
3. Строительство и развитие маленьких городов с целью регулирования распределения населения между городами.
4. Совершенствовать законодательство о сохранении окружающей среды в городах и вокруг промышленных предприятий.
5. Создание очистных сооружений для уменьшения выбросов и сбросов количества промышленных отходов в окружающую среду.
6. Воспитание и формирование гуманной (нравственной) личности молодого поколения.

Литература

1. Гумилёв Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. – М.: Гидрометеиздат, 1990. – 298 с.
2. Давиденко И.В., Кеслер Я.А. Ресурсы цивилизации. – М.: ЗАО «Всеобщие исследования»; изд-во Эксмо, 2005. – 544 с.
3. Реймерс Н.Ф. Экология. Теории, законы, правила, принципы и гипотезы. М.: Россия молодая, 1994. – 366 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА СПОСОБОВ УТИЛИЗАЦИИ ФОСФОГИПСА ЭКОНОМИЧЕСКИ ЭФФЕКТИВНЫМИ ИННОВАЦИОННЫМИ МЕТОДАМИ

Т.С. Цыганкова

Научный руководитель профессор Ю.М. Федорчук
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Актуальность данной проблемы заключается в следующем. На территории России ежегодно накапливается более 20 млн. т фосфогипсовых отходов. Экологическая обстановка в регионах, где существуют производства фосфорной кислоты и фосфорсодержащих удобрений вызывает всеобщую тревогу и требует принятия действий в сфере переработки и утилизации фосфогипсовых отходов. За рубежом, к примеру, такого рода отходы – технический гипс, находят широкое применение в производстве строительных материалов и изделий, замещающая, тем самым, дорогостоящее природное сырьё. Поэтому актуальным это направление становится в сложившейся ситуации резкого удорожания строительной продукции.

В Томском политехническом университете ранее разработаны и запатентованы способы утилизации сульфаткальциевых отходов – фторангидрита в строительные материалы и изделия – штукатурные строительные растворы, листы сухой ангидритовой штукатурки «ПАНУ», пластификатор цементных строительных растворов, монолитные секции для малоэтажного домостроения и т.д. [1–6]. Перечисленные разработки становились лауреатами международной выставки-конгресса «Высокие технологии. Инновации. Инвестиции» в номинации «Лучший инновационный проект в области экологии и рационального природопользования» г. Санкт-Петербург, 2006 г., VII Московского международного салона инноваций и инвестиций, г. Москва, 2007 г.

Целью данной работы является разработка методов переработки и использования фосфогипсовых отходов в качестве сырьевого материала перечисленных технологий. Повышение конкурентоспособности и тиражируемости разработанных технологий на территории России и ближнего зарубежья будет обеспечиваться возможностью использования в качестве сырьевых источников различных видов гипсосодержащих отходов, внедрение которых в промышленное производство позволит не только снизить экологическое давление на окружающую среду, но и получать экономическую выгоду от производимых материалов и изделий.

В задачи проблемы входит:

- 1) исследование процессов подготовки фосфогипсовых отходов и их обезвреживание;
- 2) исследование инновационных способов повышения вяжущих свойств фосфогипса;
- 3) исследования рецептуры строительных смесей с использованием модифицированного фосфогипса Химического комбината минеральных удобрений (ХКМУ), расположенного в г. Лермонтов, Краснодарского края;
- 4) разработка процессов и ресурсосберегающих технологий применения фосфогипсовых строительных изделий при получении строительных материалов и изделий.

Предварительно проведенные опыты в 2005–2006 гг. по активации и модифицированию фосфогипса с помощью концентрированной серной кислоты и сульфата калия показали, что данный сырьевой источник пригоден при получении бесцементных штукатурных растворов и шпаклевочных композиций, а также

пластификатора. Но объемы потребления указанных видов строительной продукции в регионе не сопоставимы с ежегодно накапливаемыми количествами фосфогипса только в Краснодарском крае. Поэтому, необходимы дополнительные исследования по увеличению вяжущих свойств модифицированного фосфогипса и получению более высококачественного материала безобжиговыми методами, т.е. активировать и довести качество переработанного фосфогипса до состояния фторангидрита и задействовать разработанные технологии использования фторангидрита применительно к фосфогипсу.

Анализ литературных источников показал, что фосфогипс используют для различных целей. Например, в Китае предлагают извлекать из фосфогипса редкоземельные металлы [7, 8]. Многие российские и белорусские исследователи предлагают получать на основе фосфогипса строительные высококачественные материалы и изделия термическими способами [9 – 15], что повышает их стоимость и не позволяет выводить продукцию на рынок.

Предполагается провести исследования по следующим направлениям:

- 1) дополнительная отмывка водой водорастворимых фосфатов кальция из фосфогипса и применение известных нам способов активации вяжущих свойств;
- 2) совмещение процесса обезвреживания кислого фосфогипса с одновременным переводом водорастворимых фосфатов в нерастворимые с помощью трехвалентных химических соединений, например, сульфата алюминия или железа;
- 3) определение конечного состояния сульфата кальция (полуводный или безводный) в фосфогипсе после обработки концентрированной серной кислотой различной концентрации и применение после этого различных способов получения (литьевой, полужесткое, жесткое виброформование, прессование) строительных изделий;
- 4) составление бизнес-планов и разработка технологий экономически-эффективных ресурсосберегающих производств получения строительных материалов и изделий на основе фосфогипса, поиск и привлечение к выполнению данной работы частных инвесторов или венчурных фондов;
- 5) проектирование, изготовление, монтаж и проведение полупромышленных испытаний разработанных процессов;
- 6) проектирование, изготовление, монтаж и проведение промышленных испытаний разработанных технологий.

Таким образом, внедрение данного проекта позволит:

- прекратить сбросы сульфаткальциевых отходов и создать малоотходное производство фосфорной кислоты и фосфорсодержащих удобрений;
- получить новый конструкционный, вяжущий материал, пластификатор для строительной промышленности по безобжиговой технологии за счет использования вторичного сырья;
- внедрить экономически эффективные строительные гипсовые материалы в промышленных масштабах;
- создать новые рабочие места для населения.

Литература

1. Пат. 59658 Россия МКИ С 04 В 14/07. Пористое строительное изделие. Федорчук Ю.М., Зыков В.М., Зыкова Н.С., Цыганкова Т.С., Каратаев И.А. Заявлено 26.06.2006; Оpubл. 27.12.2006. Бюл. № 26.
2. Пат. 59659 Россия МКИ С 06 В 14/07. Профильное строительное изделие. Федорчук Ю.М., Зыков В.М., Зыкова Н.С., Цыганкова Т.С., Федорчук И.Ю., Маишев А.В. Заявлено 26.06.2006; Оpubл. 27.12.2006. Бюл. № 26.
3. Пат. 50908 Россия МКИ С 04 В 14/07. Технологическая линия производства листовых и крупноразмерных строительных изделий из формовочных смесей на основе сульфаткальциевого вяжущего – техногенного ангидрита. Федорчук Ю.М., Зыкова Н.С., Зыков В.М., Цыганкова Т.С. Заявлено 29.09.2004; Оpubл. 27.01.2005. Бюл. № 16.
4. Пат. 2266877 Россия МКИ С 04 В 14 /07. Строительная смесь и способ ее приготовления. Федорчук Ю.М., Зыкова Н.С., Зыков В.М., Цыганкова Т.С. Заявлено 28.06.2004; Оpubл. 27.12.2005. Бюл. № 12.
5. Пат. 43496 Россия МКИ С 06 В 14/07. Листовое строительное изделие. Федорчук Ю.М., Зыкова Н.С., Зыков В.М., Цыганкова Т.С. Заявлено 02.08.2005; Оpubл. 27.01.2006. Бюл. № 14.
6. Федорчук Ю.М., Зыкова Н.С., Цыганкова Т.С. Использование твердых отходов фтороводородного производства в строительной промышленности // Экология и промышленность России. – 2004. – С. 14 – 17.
7. Прогресс в технологии использования фосфогипса // Ryusan to kogyo. – 1992. – № 10. – С. 171 – 175.
8. Пат. 157981 Польша МКИ С 01 F 17/00. Биохимический способ получения редкоземельных металлов из фосфогипса. Tkowich Danuta, Jedorat Tadeust, Zachowicz Joanna. Заявлено 09.03.1989; опубл. 31.07.1992, Бюл. 21.
9. Сиражиддинов Н.А., Иркаходжаева А.П., Азизходжаева М.М. Использование фосфогипса и флотоотхода медеообогащения для получения стекол и стеклокерамических материалов // Стекло и керамика. – Москва, 1994. – № 3–4. – С. 5 – 7.
10. Пат. 2024459 Россия МКИ С 04 В 28/20. Вяжущее. Боднар Ю.В., Якименко Я.Б. Заявлено 04.12.1990; Оpubл. 15.12.1994, Бюл. № 23.
11. Тохтахунова Г.А., Шаранов А.Т. Комплексная переработка фосфогипса на SO₂ и белитовой клинкер // Всероссийское совещание «Наука и технология силикатных материалов в современных условиях рыночной экономики»: Тезисы докладов. – Москва, 1995. – С. 62 – 63.
12. Сердюк В.Р. Фосфогипсовые отходы в производстве ячеистого бетона // Строительные материалы и конструкции. – Москва, 1993. – № 2. – С. 27 – 28.
13. Черная Л.Г., Красулина Л.В., Потапова И.Л. Высокопрочная композиция на основе фосфогипса // Материалы 47-й научно-технической конференции посвященной 70-летию Белорусского политехнического института. – Минск, 1992. – Ч. 2. – С. 99.

14. Лапик Н.Н., Рапунович Г.С. Строительные изделия из термомеханоактивированного фосфогипса // *Материалы 47-й научно-технической конференции посвященной 70-летию Белорусского политехнического института.* – Минск, 1992. – Ч. 2. – С. 99.
15. Мещеряков Ю.Г., Иванов О.И. Комплексная переработка фосфогипса Волховского алюминиевого завода // *Прогресс строительных материалов и изделий на основе использования природного и техногенного сырья: Тезисы докладов научно-технической конференции.* – СПб, 1992. – С. 99 – 100.

ВОДОТОПЛИВНАЯ ЭМУЛЬСИЯ

А.А. Цырфа

Научный руководитель доцент Л.И. Молодежникова
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Значительное повышение экономичности работы паровых котлов может быть достигнуто за счет сжигания вместо «чистого» мазута мелкодисперсной водотопливной эмульсии (ВТЭ) с содержанием воды: в пределах 5...10 %. Улучшение теплотехнических показателей работы котла на указанной эмульсии является следствием того, что вода в виде мельчайших капелек диаметром 6...15 мкм, равномерно распределенная по всей массе мазута, способствует интенсификации процесса горения распыленного топлива, снижению сажеобразования и уменьшению содержания окислов азота в продуктах сгорания.

В настоящее время установлено, что эмульгирование топлива водой существенно влияет на рабочий процесс сгорания топлива в котлах. При использовании ВТЭ всегда снижается дымность выпускных газов, во многих случаях отмечается повышение экономичности котла, изменение в них динамики тепловыделения.

Исследователи полагают, что в основе эффекта от использования ВТЭ лежат:

- физические процессы;
- химическая природа явлений;
- физико – химическое объяснение.

Физическая модель процесса полагает, что скорость и полнота сгорания топлива определяются местными значениями температур и концентрацией реагирующих компонентов, т.е. качеством смесеобразования.

Применительно к эмульгированному топливу можно выделить два вида его дробления перед сгоранием – распыливание (при впрыске топливной смеси в камеру сгорания через форсунку) и вторичный распад образовавшихся капелек под действием, так называемых микровзрывов.

Считается, что микровзрывы являются мощным средством улучшения качества смесеобразования и соответственно одной из главных причин улучшения рабочего процесса котлов при переводе их на ВТЭ.

Представляют интерес вопросы химико-кинетического характера, связанные с процессом горения обводненных топлив. Установлено, что под действием высокой температуры возможна не только термическая диссоциация молекул паров воды:



но и диссоциация на водород и гидроксил ОН



Ускоряющее действие водяных паров на процесс горения окиси углерода было объяснено суммарной реакцией:



Последующее окисление водорода приводит к образованию гидроксила ОН и атомов Н и О, которые являются активными центрами.

Как известно, основным элементом химического недожога топлива в котлах является сажа. Поэтому большой интерес представляют реакции газификации углерода:



Выделяющийся водород реагирует с кислородом значительно активнее и быстрее, чем частицы углерода.

В общем случае улучшение качества рабочего процесса сжигания в котлах при переводе их на эмульгированное топливо имеет сложную физико-химическую природу.

При струйном смесеобразовании в котлах существенным недостатком является переобогащение топливом центральной части топливно-воздушного факела.

Сажа реагирует с кислородом недостаточно активно, поэтому процесс сгорания затягивается, и характеристика тепловыделения оказывается неоптимальной. Более того, часть сажи не успевает сгорать за время пребывания в камере сгорания котла и частично выбрасывается в атмосферу. Все это ведет к снижению КПД котла.

Переход на ВТЭ улучшает все основные показатели смесеобразования. Однако наибольшую положительную роль в рабочем процессе сгорания топлива, по-моему мнению, играют микровзрывы и увеличение местных значений коэффициентов избытка воздуха. Микровзрывы разбивают асфальтосмолистые остатки капли и уменьшают тем самым размеры образующихся частиц кокса, что способствует их более быстрому сгоранию при контакте с окислителем, а также ускоряет процесс газификации.

Велика роль микровзрывов и в ликвидации капелек крупных размеров. Увеличение локальных коэффициентов избытка воздуха ведет к повышению скорости сгорания и сокращению сажеобразования.

Как уже отмечалось, значительное повышение экономичности работы паровых котлов может быть достигнуто за счет сжигания вместо «чистого» мазута мелкодисперсной водотопливной эмульсии (ВТЭ) с содержанием воды в пределах 5...10 %. В ходе ранее проделанных экспериментов был сделан вывод, что улучшение теплотехнических показателей работы котла на указанной эмульсии является следствием того, что вода в виде мельчайших капелек диаметром 6...15 мкм, равномерно распределенная по всей массе мазута, способствует интенсификации процесса горения распыленного топлива, снижению сажеобразования и уменьшению содержания окислов азота в продуктах сгорания.

Повышение эффективности сгорания ВТЭ по сравнению с «чистым» мазутом происходит благодаря эффекту вторичного дробления (явление микровзрыва) капелек воды при нагревании их в горячем факеле. Из-за разницы в температурах кипения воды (100 °С) и мазута (300 °С) каждая капля эмульсии в процессе термической подготовки увеличивается в объеме под действием образовавшегося внутри ее водяного пара и разрывается на части. Внутритопочное дробление капелек распыленной эмульсии улучшает смешение топлива с воздухом, за счет этого повышается полнота сгорания топлив и уменьшается сажеобразование.

Теплотехнические испытания парового котла КВВА 2,5/5 при работе на ВТЭ и мазуте Ф5 показали, что процесс сгорания ВТЭ с содержанием воды до 33 % аналогичен сгоранию «чистого» мазута и протекает устойчиво без срывов пламени. Розжиг котла производится надежно и стабильно, горение – бездымное. Работа парового котла на ВТЭ практически не вносит каких-либо дополнительных условий и ограничений в действующие инструкции по эксплуатации. Сжигание ВТЭ устойчиво обеспечивает все эксплуатационные нагрузочные режимы, включая длительный режим работы котла при номинальной нагрузке. Однако экономичность работы котла во многом зависит от содержания воды в ВТЭ. При идентичных режимах работы котла с номинальной производительностью при сжигании ВТЭ с содержанием воды 5 % достигается наибольший экономический эффект по сравнению с работой на товарном мазуте:

- часовой расход топлива сжигается на 3,4 %;
- температура уходящих газов ниже на 11 °С;
- КПД котла возрастает на 1 %.

С увеличением содержания воды в ВТЭ до 10 % экономичность работы котла несколько снижается, но остается на уровне, значительно превышающим показатели при работе на товарном мазуте. При содержании воды в ВТЭ 15,6 % экономические показатели снижаются до уровня работы на товарном мазуте. При дальнейшем увеличении содержания воды в ВТЭ экономичность работы котла становится ниже по сравнению с уровнем работы на товарном мазуте.

Таблица

Результаты лабораторного анализа проб нагароотложений

Физико-химические свойства нагароотложений	Мазут Ф5	ВТЭ
Цвет нагара	Темно-серый	Серый
Прокаленный остаток, %	53,24	93,16
Растворимость нагара при 7%-ной концентрации сульфаминовой кислоты	69,50	82,10
Содержание оксидов, %		
кремния	4,91	1,10
кальция	8,08	3,50
магния	10,78	7,40
фосфатов	0,51	Отсутствует
сульфатов	44,52	43,24

Снижение экономических показателей при работе котла на ВТЭ с содержанием воды свыше 15 % объясняется повышением затрат тепла на прогрев и испарение воды, снижением температуры горения в топке, и, как следствие, несколько «вялым» протеканием процесса горения. Следовательно, работа котла на ВТЭ с содержанием воды свыше 15 % нежелательна, несмотря на то, что процесс горения протекает устойчиво без срывов факела.

Осмотр поверхностей нагрева котла со стороны газов показал, что уровень отложений нагара значительно ниже в сравнении с нагароотложениями на поверхностях нагрева при постоянной работе на товарном мазуте.

Результаты лабораторного анализа проб нагароотложений с водогрейных трубок после работы котла на мазуте Ф5 и ВТЭ приведены в таблице.

Проведенный анализ подтверждает, что процесс сжигания ВТЭ в топке котла происходит более эффективно и полно, снижаются химическая неполнота сгорания и сажеобразования. В пробах нагара после сжигания ВТЭ практически отсутствуют органические вещества, в том числе углерод: после прокаливания остаток составляет около 93 % массы пробы. При работе котла на мазуте Ф5 в составе нагара обнаружено около 46 % органических веществ, что более чем в 6 раз превышает содержание горючих веществ в нагаре,

образовавшихся после сжигания ВТЭ. При осмотре наружных поверхностей нагрева после работы котла на ВТЭ признаков коррозионных разъеданий не обнаружено.

Подготовка ВТЭ производится с помощью гидродинамического смесителя ГАРТ-ПрМ. В основу работы аппарата положен принцип продавливания смеси через узкий зазор между вращающимся ротором и неподвижным статором. Поток жидкости, поступающий в аппарат, в зазорах между зубцами разбивается на большое количество вторичных потоков, в которых крупные капли под действием высоких скоростей вытягиваются в нити или пленки с последующим распадом на мелкие частицы. Подача составляющих смеси к аппарату может осуществляться автономным подкачивающим насосом или поступать самотеком за счет некоторого подпора.

Проведенные исследования и теплотехнические испытания показали, что использование водотопливных эмульсий в паровых котлах взамен товарного мазута служит значительным резервом повышения экономичности и надежности их работы. Вместе с тем использованием ВТЭ приводит к заметному снижению интенсивности нагароотложений на поверхностях нагрева с газовой стороны и изменению их структуры. Снижение процесса нагарообразования позволяет увеличить продолжительность работы котлов между очистками поверхности нагрева с газовой стороны не менее чем в 1,5 раза без ухудшения теплотехнических показателей работы. Нагароотложения становятся рыхлыми и легкоудаляемыми. С учетом изложенного большую часть эксплуатационного периода котел будет иметь оптимальный КПД. Благодаря этому среднее эксплуатационное снижение расхода топлива возрастает и может достигать 4%.

Так же применение гидродинамических смесителей ГАРТ-ПрМ обеспечивает подготовку ВТЭ высокого качества. Поэтому применение ВТЭ в паровых котлах взамен товарного мазута с использованием гидродинамических смесителей ГАРТ-ПрМ может быть рекомендовано к широкому внедрению в энергетике.

Литература

1. Лебедев О.А., Сомов В.А., Сисин В.Д. Водотопливные эмульсии в судовых энергетических установках. – Л.: Судостроение, 1991. – 96 с.
2. Справочник судового механика по теплотехнике./Под. ред. А.П. Пимошенко. – Л.: Судостроение, 1987. – 478 с.

КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ АНАЛИЗ ПРИРОДНОГО БИШОФИТА НА НАЛИЧИЕ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ

А.Б. Чернов

Научный руководитель профессор И.В. Владимцева

Волгоградский государственный технический университет, г. Волгоград, Россия

Бишофит – минерал группы минеральных солей. В химическом отношении это водный хлорид магния ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$) – до 98 %.

Волгоградский природный бишофит представляет собой спрессованный под высоким давлением вышележащих слоев камень. По химико-минеральному составу – это комплекс солей и микроэлементов. [1]

Некоторые микроэлементы являются абсолютно необходимыми для важнейших процессов жизнедеятельности, а также для нормального протекания многих метаболических реакций и физиологических функций. Имеются литературные сведения положительного влияния низких концентраций бишофита на процессы жизнедеятельности микробных клеток [3].

Содержание большого перечня микроэлементов (В, Са, Мо, Ва, Bi, Fe, Al, Ti, Cu, Si, Sr, Rb, Cs и др.) и набора солей, обладающих восстановительными свойствами ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$, $KCl \cdot MgCl_2 \cdot 6H_2O$, $MgBr_2$ и др.) в составе природного бишофита Волгоградского месторождения определяет его (бишофита) применение в качестве возможного стимулятора роста микроорганизмов активного ила, используемых при биологической очистке сточных вод в аэротенках. При ускорении роста микроорганизмов происходит интенсификация процесса очистки воды [2].

Таблица

Результаты качественного и количественного анализа природного бишофита на присутствие хлорорганических пестицидов

Пестициды	Время удерживания, мин	Концентрация					Масса в навеске, мг, $\cdot 10^{-6}$
		мг/м ³ , $\cdot 10^{-3}$	мкг/мл, $\cdot 10^{-6}$	гр./100 м ³ , $\cdot 10^{-4}$	мг/мл, $\cdot 10^{-9}$	мг/л, $\cdot 10^{-6}$	
α -ГХЦГ	17,838	6,6059	6,6059	6,6059	6,6059	6,6059	1,321
γ -ГХЦГ	19,561	10,083	10,083	10,083	10,083	10,083	2,017
β -ГХЦГ	19,779	7,0298	7,0298	7,0298	7,0298	7,0298	1,406
ДДТ	29,305	23,139	23,139	23,139	23,139	23,139	4,628

Целью данного исследования является выявление веществ, способных ингибировать жизнедеятельность микроорганизмов активного ила и определение их концентрации.

Качественный и количественный анализ на присутствие хлорорганических пестицидов выполнялся на газовом хроматографе «КристалЛюкс-400» методом экстрагирования пестицидов из пробы гексаном. Результаты представлены в таблице.

Проведен качественный и количественный анализ природного бишофита Волгоградского месторождения на наличие хлорорганических пестицидов, отрицательно влияющих на жизнедеятельность микроорганизмов активного ила.

Полученные результаты показывают незначительное наличие веществ, способных оказывать ингибирующее действие на жизнедеятельность микроорганизмов активного ила.

Литература

1. Анучкин Т.К., Ананьина С.А., Никитин И.И. Перспективы освоения и технологии переработки бишофита волгоградских месторождений. – Волгоград: Волгоградская государственная архитектурно-строительная академия, 1995. – 116 с.
2. Биологическая очистка производственных сточных вод: Процессы, аппараты и сооружения / Под ред. С.В. Яковлева. – М.: Стройиздат, 1985. – 208 с.
3. Спасов А.А., Мащенко И.С., Зорина М.А. и др. Свойство бишофита подавлять рост и размножение патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Патент № 90 от 27.05.98.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВАЛОЧНОГО ГАЗА – ПЕРСПЕКТИВНАЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

А.М. Шаимова

Научные руководители доцент Л.А. Насырова, профессор Г.Г. Ягафарова
Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Россия

Необходимость энергосбережения и снижения загрязнения окружающей среды заставляет более рационально использовать традиционные энергоресурсы, а также искать другие, желательные возобновляемые и недорогие источники энергии, к которым в последнее время все чаще относят твердые бытовые отходы (ТБО). Бытовые отходы, образующиеся в значительных количествах являются возобновляемыми вторичными энергетическими ресурсами. В настоящее время интенсивно развиваются два основных направления утилизации ТБО с целью получения дешевой энергии: сжигание в печах и захоронение на полигонах с извлечением свалочного газа (СГ). В процессе сжигания образуются вредные выбросы, поэтому данная технология требует дополнительной системы очистки, образующегося газа, поэтому более широко распространено во всем мире полигонное захоронение ТБО. Основное достоинство технологии захоронения - простота, сравнительно малые капитальные и эксплуатационные затраты, и относительная безопасность. В процессе разложения бытовых отходов на полигонах образуется свалочный газ, содержащий до 60 % метана, что позволяет его использовать в качестве местного топлива. В среднем при разложении одной тонны твердых бытовых отходов может образовываться 100-200 м³ газа. В зависимости от содержания метана низшая теплота сгорания свалочного газа составляет 18-24 МДж/м³ (примерно половину теплотворной способности природного газа) [1].

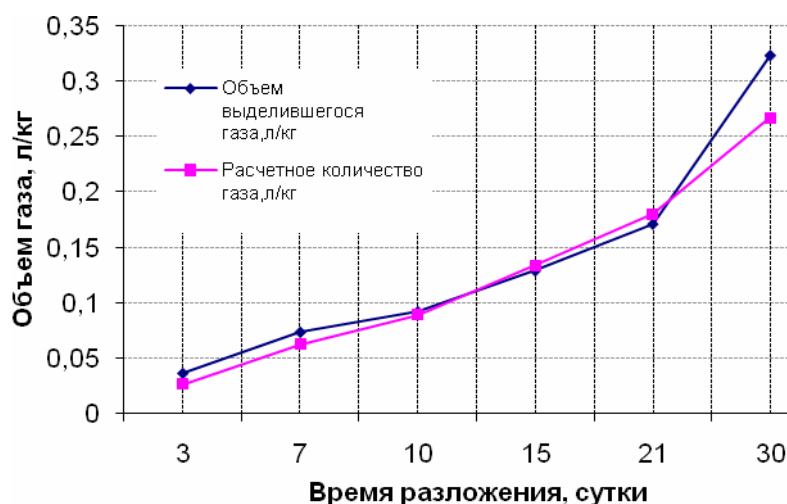


Рис. Динамика образования метана в лабораторном эксперименте

Использование СГ весьма перспективно для России, так как около 97 % из 30 млн т ежегодно образующихся отходов захоранивается на полигонах и организованных свалках. В России эксплуатируется более 1300 полигонов ТБО. Ежегодная эмиссия метана со свалок России оценивается в размере 2,3 млрд м³, что почти в два раза превышает современное его потребление в мире [2].

В связи с этим возникла необходимость разработки экобезопасной технологии получения СГ, применение которой позволяет решить ряд задач природоохранного и энергосберегающего характера:

- отведение фильтрата, загрязняющего грунтовые воды;
- экономия полезной вместимости толщи полигона;
- использование противодиффузионного экрана (ПДФЭ), состоящего из фото – и биоразрушаемых полимеров с регулируемыми сроками службы;

- интенсификация процесса образования СГ;
- применение принципиально новой газосборной системы, позволяющей одновременно совместить функции отвода газа и образующегося фильтрата.

Экспериментально выявлены наиболее активные иницирующие компоненты образования СГ, определено их оптимальное количество. Установлены расчетные уравнения для определения объема выделившегося СГ и скорости его образования в зависимости от этапов жизненного цикла полигона. Разработана математическая модель определения эмиссии СГ.

Лабораторный эксперимент показывает хорошее приближение расчетных и экспериментальных результатов (рис.).

Очевидно, что синтез лабораторных исследований и математической модели структуры полигона позволяет наиболее точно прогнозировать эмиссию СГ и его состав не только в целом с полигона, но и для отдельных частей с учетом состава отходов, технологий складирования, времени разложения отходов, климатических условий и пр., что расширяет возможности использования СГ в качестве альтернативного источника традиционным видам топлив.

Литература

1. Букреев Е.М., Корнеев В.Г. Твердые бытовые отходы – вторичные ресурсы для промышленности // Экология и промышленность России. 2003. – № 5. – С. 38 – 41.
2. Мариненко Е.Е., Беляева Ю.Л., Комина Г.П. Тенденции развития систем сбора и обработки дренажных вод и метаносодержащего газа на полигонах твердых бытовых отходов: Отечественный и зарубежный опыт. СПб.: Недра, 2001.– 160 с.

КОНЦЕПЦИЯ РАЗРАБОТКИ МОДЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМИ ХРАНИЛИЩАМИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ

П.А. Шиловских, С.Н. Костарев, Р.А. Файзрахманов

Пермский государственный технический университет, г. Пермь, Россия

Хранилища отходов производства и потребления (полигоны твердых бытовых отходов) на сегодняшний день используются для утилизации до 90 % отходов. Учитывая значительный жизненный цикл хранилищ отходов, можно говорить о внедрении полигонов твердых бытовых отходов (ТБО) в единую цепь экосистемы. Отрицательный эффект от эмиссии биогаза и фильтрата с полигонов ТБО совместно с другими антропогенными факторами уже достигает общепланетного негативного влияния (в частности выделяющиеся неконтролируемые парниковые газы влияют на глобальное потепление) [1].

Вопросы управления сложными экосистемами с целью улучшения качества окружающей среды для обеспечения рационального природопользования и повышения безопасности жизнедеятельности населения являются важной народнохозяйственной проблемой, решение которой становится особенно актуальной в условиях растущих потребностей населения и антропогенного загрязнения городской среды.

Современное человеческое общество представляет собой сложную динамическую систему, характеризующуюся многочисленностью изменяемых параметров и переменных, их взаимозависимостью, наличие обратных информационных и материальных связей, адаптивностью, нелинейностью и не стационарностью поведения. Функционируя в условиях растущих потребностей населения, экосистемы находятся под влиянием различных типов внешних и внутренних возмущений снижающих эффективность их функционирования.

Исходя из поставленных задач выбора технологических решений, проектировщик полигона ТБО должен опираться как на полученные показания пассивного мониторинга, так и на результаты исследований на физических моделях и результаты имитационного моделирования. Основной целью внедрения автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУТП) на полигоне ТБО является управление эмиссиями загрязняющих веществ и сокращением жизненного цикла полигона ТБО с переводом его в инертное состояние. Проведенные лабораторные эксперименты показывают возможность сокращения жизненного цикла полигона в 50 раз [1].

Для удовлетворения перечисленных требований предложена разработка человеко-машинной имитационной системы (ИС), состоящей из следующих основных частей [2]:

- имитационной модели процесса, реализующей модель полигона ТБО на ЭВМ, которая является совокупностью программ (модулей), оперирующих с единым банком данных;
- совокупности упрощенных моделей процесса или отдельных его сторон и алгоритмов, позволяющих решать оптимизационные задачи выбора технологии управления составом фильтрата, биогаза и др.;
- совокупности программ, реализующих должную степень удобства при общении с ЭВМ во время проведения имитационных экспериментов, обеспечивающих использование в процессе имитации результатов оптимизации, а также осуществляющих различные сервисные операции (внутренним математическим обеспечением).

Предлагаемая имитационная система имеет сложную структуру, определяемую задачами, для решения которых она предназначена (рис.).

Важнейшей составной частью ИС является блок моделей изучаемого объекта. Модели в имитационной системе реализуются в виде программ, позволяющих провести исследование модели с помощью методов определенного типа, реализованных в STRATUM [3].

В ИС программа расчета по каждой из моделей является совокупностью отдельных подпрограмм – вычислительных модулей. Модуль является либо представлением какой-либо части модели в нужной форме, либо вычислительной реализацией алгоритма исследования.

Таким образом, блок моделей ИС является банком вычислительных модулей, содержащим модули двух типов – проблемно-ориентированные (реализующие отдельные модели) и стандартные (реализующие различные алгоритмы исследования). Банк данных содержит: 1) значение коэффициентов и параметров моделей; 2) варианты сценариев (различные значения экзогенных переменных, в том числе управляющих); 3) результаты расчетов; 4) различную вспомогательную информацию.

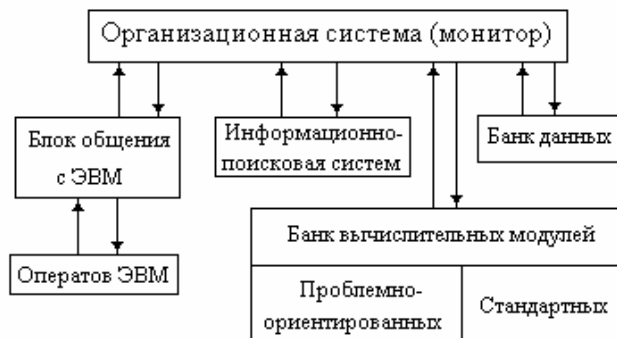


Рис. Человеко-машинная имитационная система управления полигоном ТБО

Чтобы эффективно отбирать и использовать информацию, находящуюся в банке данных, он должен быть снабжен специальной информационно-поисковой системой, которая позволяет проанализировать содержание банка данных, быстро найти нужную информацию, подготовить исходные данные для исследования моделей, а так же внести новые.

Для обеспечения общения человека с ЭВМ создан специальный блок программ, позволяющий с ЭВМ легко, быстро и на понятном для лиц, принимающих решение (ЛПР), языке вводить новую информацию и корректировать старую; организовывать интересующие ЛПР расчеты; оперативно вмешиваться в процесс счета; выводить результаты расчетов в удобной форме (например, в графической). Этот комплекс программ называется блоком общения с ЭВМ. По существу он является транслятором, переводящим запросы и директивы человека на язык ИС.

Операционная система (монитор) входит в состав ИС, включающих в себя блок подпрограмм, управляющих работой ИС. В соответствии с директивами пользователя с помощью вычислительных программ из проблемно-ориентированных и стандартных модулей из банка модулей, с помощью информационно-поисковой системы на мониторе отображается нужная информация из банка данных, что обеспечивает проведение расчетов, а так же изменение хода процесса по приказу пользователя, фиксирует результаты расчета и передает их в банк общения с ЭВМ.

Можно выделить следующие этапы построения ИС:

- 1) системный анализ проблемы;
- 2) выбор качественных альтернатив ее решения;
- 3) построение основной модели объекта исследования;
- 4) построение системы упрощенных моделей;
- 5) выбор решений.

Прежде чем приступить к математическому моделированию, необходимо провести системный анализ изучаемой эколого-экономической проблемы. Это важнейший этап исследования, во многом определяющий его дальнейший успех. В этом смысле представляет особый интерес метод имитационного моделирования. Результаты имитационных экспериментов могут быть оформлены затем в виде графиков или таблиц, в которых каждому варианту значений (средних значений) параметров объекта и внешних воздействий поставлены в соответствие определенные значения (средние значения) показателей, оценивающих функционирование объекта.

Таким образом, имитационные модели и процедуры оптимизации, связанные с точным определением соответствующих переменных и характера их взаимоотношений, с наличием данных для параметризации этих отношений, довольно точно описывают допустимые действия. В равной степени полезны модели, которые, с одной стороны, являются оптимизационными, т.е. в рамках которых решаются задачи математического программирования, а с другой стороны, имитационными, т.е. в их рамках проводятся имитационные эксперименты с назначенными экспертами управлениями.

Принятие решения в ИС основывается на последовательном сжатии множества рассматриваемых вариантов путем отбрасывания неконкурентоспособных или неосуществимых альтернатив. Методы отбрасывания базируются как на математических, так и на неформальных процедурах.

При этом важное значение имеет тот факт, что в процессе отбраковки вариантов ЛПР могут привлекать плохо формализуемые социальные и организационные соображения, учет которых является необходимым условием практической применимости математических моделей. Важнейшим фактором эффективности ИС является активное участие ЛПР и специалистов-экспертов на всех этапах проектирования, разработке и использования системы. Именно этому условию должны быть подчинены и организация диалога с ЭВМ, и методы упрощения математических моделей, и обработка результатов исследования. Совместная работа

человека и ЭВМ представляется наиболее адекватным способом принятия решений по управлению эколого-экономическими системами.

Соответствие полигона твердых бытовых отходов как динамического объекта управления существующим экологическим нормативам может быть обеспечено экологически ориентированной системой управления. В этой связи наряду с сертификацией составных частей окружающей среды по экологическим требованиям все большее развитие получает сертификация систем управления окружающей средой, на которую действуют антропогенные факторы. Обеспечение общности решения этой проблемы может быть достигнуто только разработкой соответствующих международных стандартов. Основными из подходов к управлению окружающей средой являются стандарты ИСО серии 14000, технические условия и руководство по рациональному использованию природных ресурсов, их восстановлению и воспроизводству. Компании внедряющие ИСО 14000, получают экономическую выгоду в виде сокращения производственных затрат в результате повышения эффективности производственных процессов и внедрения систем мониторинга компонентов окружающей среды.

Литература

1. Середа Т.Г. Научные технологии в проектировании искусственных экосистем хранения отходов / Т.Г. Середа, Р.А. Файзрахманов, С.Н. Костарев. Перм. филиал Института экономики УрО РАН, Перм. гос. техн. ун-т. – Пермь, 2006. – С. 18-45.
2. Костарев С.Н. Комплексная система управления полигоном твердых бытовых отходов / С.Н. Костарев, Т.Г. Середа // Экологические системы и приборы. – 2004. – № 10. – С. 12–16.
3. www.stratum.ru.

СТРУКТУРА ЭЛЕКТРОННОГО БАНКА ДАННЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ ВОЗДУХА Г.ТОМСКА.

Д.М. Шрамов, А.Ю. Филатов

Научный руководитель профессор В.Ф. Панин

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В основу системы компьютерного мониторинга положен банк данных, содержащий информацию об источниках выбросов, их качественные и количественные характеристики. Информация поступает от природопользователей при проведении инвентаризации источников (плановое распределение нагрузки) и при отчетности о выбросах (фактическая нагрузка). Также информация поступает от сторонних организаций, обслуживающих предприятия [1]. Для реализации данного информационного потока была решена задача по унификации представляемой информации.

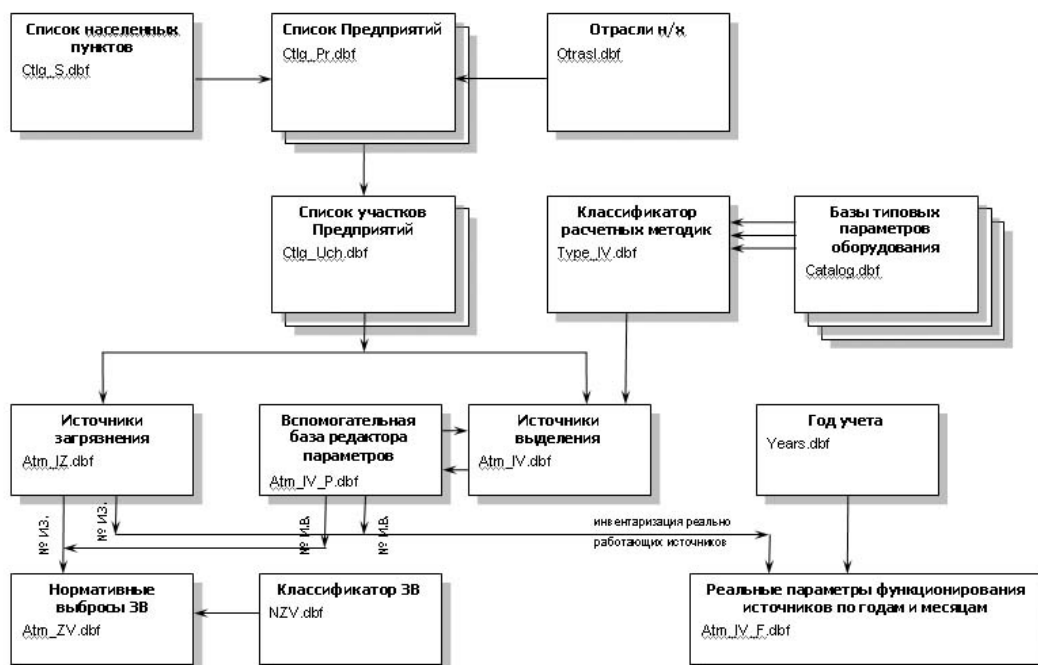


Рис. 1. Структура электронного банка данных ИЗА

Прием информации о технологии производства, расходуемом сырье и материалах предоставляется на магнитных носителях, и обрабатывается с помощью Программного комплекса, что позволит устранить вероятность дублирования. Это дает возможность использовать результаты в дальнейшем и повышает достоверность данных. При развитии банка данных количество баз будет увеличиваться, и определяться

поставленными задачами и целями, а так же потребностями пользователя [2]. Как уже сказано выше, создаются базы типовых параметров оборудования, данные из которых поступают в классификатор расчетных методик [3].

С помощью существующих методик [3] с учетом всей заложенной информации можно получить расчет выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) по всем источникам выделения. Далее, анализируя полученные данные согласно классификатору ЗВ, получаем нормативные выбросы.

Компьютерная обработка предоставляет возможность визуально оценить результаты “расчетного” наблюдения за состоянием воздушного бассейна города.

В отличие от существующих программ (Эра, Призма, Эколог) банк данных Программного комплекса позволяет накапливать информацию о хозяйственной деятельности в динамике и дает возможность расчета загрязнения при различных метеорологических параметрах. Но главным отличием является возможность учета изменений не только характеристик источников выброса, но и моделирование характеристик используемого в технологии сырья.

Существующие же программы для расчета рассеивания ЗВ используют уже конечные данные о максимально-разовых выбросах, определение величины которых ложится на плечи природопользователя или контролирующих органов.

Существует также возможность учета реальных параметров функционирования источников по годам и месяцам при проведении инвентаризации реально работающих источников.

Разрабатываемый банк данных имеет встроенный язык программирования, с помощью которого осуществляется описание зависимости между характеристиками оборудования предприятия, технологических операций, например, используемых энергоносителей и объемами выбросов ЗВ.

Система компьютерного мониторинга позволит:

- получить временные графики изменения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе;
- иметь статистику для выработки управленческих решений и принятия мер по улучшению качества атмосферного воздуха города;
- осуществить нормирование выбросов и дать оценку перспективы хозяйственной деятельности;
- осуществить прогнозирование качества воздуха при неблагоприятных метеорологических условиях (НМУ);
- определить интервал опасных скоростей и направлений ветра;
- найти «предельные» ситуации сочетания метеорологических параметров (например, температура воздуха, направление и скорость ветра);
- рекомендовать мероприятия по оперативному (при наступлении НМУ) и стратегическому управлению (разработка и внедрение мероприятий по уменьшению воздействия на ОС);
- оценить экологическую допустимость намечаемых изменений выбросов;
- осуществить сводное нормирование выбросов для каждого предприятия с учетом установления величины допустимого вклада.

Таким образом. Разработка и комплексное внедрение данной разработки даст возможность использовать информацию о технологии производства, расходуемом сырье и материалах, что позволит устранить вероятность дублирования, а в дальнейшем решать ряд актуальных задач.

Литература

1. Кабанов М.В. Региональный мониторинг атмосферы. Ч.1. Научно-методические основы: Монография / Под общей редакцией В.Е. Зуева. Томск: изд-во «Спектр» Института оптики атмосферы СО РАН, 1997. – 211 с.
2. Лаптев И.П. Охрана атмосферы. – Томск: Изд-во Томского университета, 1987. – 152 с.
3. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. ОНД-86. / Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова Госкомгидромета: Изд-во Госкомгидромет – 1987. – 93 с.