

Секция 4 Экология и защита окружающей среды

УДК 628.11

Водные ресурсы Казахстана: характеристика и проблемы

*А.Ю. Алейник, О.Б. Назаренко**Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**E-mail: obnaz@mail.ru*

Характеристика водных ресурсов. Из-за своего географического положения Республика Казахстан обладает дефицитом водных ресурсов. Большая территория Казахстана относится к бессточным бассейнам внутренних озёр, не имеющих выхода к океану [1]. Атмосферные осадки незначительны, за исключением горных регионов. Объем запасов пресной воды в Казахстане составляет 539 км³, причем большая часть запасов пресной воды (190 км³) сосредоточена в озерах.

Интенсивное и нерациональное развитие орошаемого земледелия, а также зарегулирование стока в условиях аридного климата привело к дефициту воды в бассейнах малых и крупных рек, таких как Или, Сырдарья, Ишим и др. При потребности республики в воде в 100 км³ в год существующая обеспеченность составляет 34,6 км³. Нехватка и неправильное использование ресурсов пресной воды создают серьезную угрозу устойчивому развитию и охране окружающей среды страны.

В Казахстане более 7 тысяч рек имеющих длину свыше 10 км. Всего же на территории Республики Казахстан находится 39 тысяч постоянных и временных водотоков.

Большинство рек в Казахстане принадлежит к внутренним замкнутым бассейнам Каспийского и Аральского морей, озёр Балхаш и Тенгиз, и только Иртыш, Ишим, Тобол доносят свои воды до Карского моря. Общие водные ресурсы рек составляют 101 км³, из которых 57 км³ формируются на территории Казахстана. Остальной объём поступает из сопредельных государств: России – 8 км³, Китая – 19 км³, Узбекистана – 15 км³, Киргизии – 3 км³.

Территорию Казахстана обычно разделяют на восемь водохозяйственных бассейнов: Арало-Сырдарьинский, Балхаш-Алакольский, Иртышский, Урало-Каспийский, Ишимский, Нура-Сарысуский, Шу-Таласский и Тобол-Тургайский [1]. По территории Казахстана протекает шесть рек с расходом воды от 100 м³/с до 1000 м³/с, семь с расходом от 50 м³/с до 100 м³/с и 40 рек с расходом от 5 м³/с до 50 м³/с.

Качество водных объектов. Качество вод практически всех водных объектов республики, несмотря на продолжающийся спад производства и уменьшения объемов отводимых сточных вод, остается неудовлетворительным. Площади очагов загрязнения подземных вод составляют от нескольких до сотен квадратных километров. В результате ухудшения качества природных вод в республике усиливается проблема обеспечения населения доброкачественной питьевой водой. Это, в свою очередь, приводит к увеличению инфекционной заболеваемости, появлению экологических беженцев и росту социальной напряженности.

Открытые водоемы, вода в которых не соответствует нормам по бактериальному загрязнению, составляют около 8 %, а удельный вес водоемов в местах водопользования несоответствующих нормативам по химическим показателям в различных областях составляет от 15 до 43 %.

Качественное состояние подземных вод остается неудовлетворительным. Выявлено более 3 тыс. очагов загрязнения подземных вод, площади которых составляют от нескольких до сотен квадратных километров. Наибольшее число очагов загрязнения подземных вод сформированы в пределах Актюбинской, Восточно-Казахстанской, Жамбылской, Павлодарской, Талдыкорганской областей, где преимущественно расположены крупные предприятия химической, нефтеперерабатывающей, фосфорной промышленности, цветной металлургии. Уровни загрязнения подземных вод довольно высокие и составляют десятки ПДК, достигая на отдельных участках 100–180 ПДК.

Анализ информации свидетельствует о сохранении напряженной ситуации в бассейне р. Иртыш. По всему течению реки показатель качества воды оценивается как «очень грязная». В казахстанской части бассейна имеется несколько очагов экологической напряженности.

К числу рек с высокой степенью загрязненности относятся маловодные реки Нура и Шеру-бай-Нура, которые в настоящее время перешли в категорию объектов «вторичного загрязнения» ртутью.

Проблема Аральского моря является одной из важнейших экологических проблем современности [1]. Аральское море – бывшее бессточное солёное озеро в Средней Азии, на границе Казахстана и Узбекистана. Еще не так давно Аральское море было четвертым по величине озером в мире, занимая около 68 тыс. км²; его длина составляла 426 км, ширина – 284 км, наибольшая глубина – 68 м. Море славилось богатейшими природными запасами, а зона Приаралья считалась процветающей и биологически богатой природной средой. Слово «арал» в переводе с тюркского языка означает «остров». Древние народы считали Арал спасительным островом жизни и благополучия среди пустынных горячих песков Каракумов и Кызылкумов.

С начала систематических наблюдений (XIX век) и до середины XX века уровень Арала практически не менялся. В 1930-е гг. началось масштабное строительство оросительных каналов в Средней Азии, которое особенно интенсифицировалось в начале 1960-х гг. С 1960-х гг. море стало мелеть из-за того, что вода рек, впадавших в него, во всё возрастающих объёмах отводилась на орошение. С 1960 по 1990 гг. площадь орошаемых земель в Центральной Азии увеличилась с 4,5 млн. до 7 млн. га. Потребности народного хозяйства региона в воде возросли с 60 до 120 км³ в год, из которых 90 % приходится на орошение, при этом вода, отводимая для орошения, нередко использовалась неэффективно. Начиная с 1961 г., уровень моря понижался с возрастающей скоростью от 20 до 80–90 см/год.

В 1989 г. море распалось на два изолированных водоёма – Северное (Малое) и Южное (Большое) Аральское море. На 2003 г. площадь поверхности Аральского моря составляла около четверти первоначальной, а объём воды – около 10 %. К началу 2000-х гг. абсолютный уровень воды в море снизился до отметки 31 м, что на 22 м ниже исходного уровня, наблюдавшегося в конце 1950-х гг. Рыбный промысел сохранился только в Малом Арале, а в Большом Арале из-за его высокой засолённости вся рыба погибла. В 2001 г. Южное Аральское море разделилось на западную и восточную части. Остров Возрождения стал полуостровом.

Аральская трагедия вылилась в целую серию негативных последствий – от деградации животного мира до аридизации климата. Лето стало более сухим и жарким, зима – более холодной и продолжительной. Особенно значительно изменился ветровой режим Приаралья с частыми штормовыми явлениями, сопровождаемые выносом огромного количества песка и соли (до 100 млн. т в год) с осушенного дна Аральского моря. В составе соленой пыли преобладают взвешенные частицы в виде аэрозолей с примесью сельскохозяйственных ядохимикатов, удобрений и других вредных компонентов промышленных и бытовых стоков. Эти пыльные бури являются одним из пусковых механизмов опустынивания огромных прилегающих к Аралу территорий. При этом перенос аэрозоля носит трансграничный характер, и вредному воздействию этих явлений подвержены практически все центрально-азиатские страны и Россия.

За счет уменьшения размеров моря, увеличения испарения и поступления дренажно-коллекторных вод значительно возросла солёность воды, которая составила в 1965 г. 9,94 г/л, а в настоящее время около 15 г/л. Это вызвало вымирание многих видов флоры и фауны, приспособленных к меньшей солёности. Большой Арал потерял рыбохозяйственное значение, закрыты порты. До 1970-х гг. в Арале обитали 34 вида рыб, из них более 20 имели промысловое значение. В 1946 г. в Аральском море отловлено 23 тысяч тонн рыбы, в 1980-х этот показатель достигал 60 тысяч тонн. На казахстанской части Арала было 5 рыбозаводов, 1 рыбоконсервный комбинат, 45 рыбоприёмных пунктов, на узбекистанской части (Республика Каракалпакстан) – 5 рыбозаводов, 1 рыбоконсервный комбинат, более 20 рыбоприёмных пунктов.

Имеется ряд негативных последствий для жителей Приаралья: высокий уровень безработицы, высокая детская и материнская смертность вследствие неблагоприятной экологической обстановки.

Большинство специалистов не видят путей по восстановлению уровня всего моря, кроме советского проекта по повороту сибирских рек. В 1990-е гг. решено было спасти хотя бы северную часть моря (Малое море или Малый Арал).

В рамках проекта «Регулирование русла реки Сырдарья и Северного Аральского моря» (РРССАМ) в 2003–2005 гг. Казахстан построил от полуострова Кокарал до устья Сырдарьи Кокаральскую дамбу с гидротехническим затвором, который позволяет пропускать лишнюю воду для регулирования уровня водоёма, отгородившую Малый Арал от остальной части (Большого Арала). Благодаря этому сток Сырдарьи скапливается в Малом Арале, уровень воды здесь вырос до 42 м, солёность уменьшилась, что позволяет разводить здесь некоторые промысловые сорта

рыб. В 2007 г. улов рыбы в Малом Арале составил 1910 тонн, из них на долю камбалы приходится 640 тонн, остальное – пресноводные виды (сазан, жерех, судак, лещ, сом). Предполагается, что к 2012 г. улов рыбы в Малом Арале достигнет 10 тысяч тонн.

Длина Кокаральской дамбы составляет 17 км, высота 6 м, ширина 300 м. Стоимость работ первой фазы проекта РРССАМ составила 85,79 млн. долларов. Предполагается, что водой будет покрыта территория площадью 870 км², и это позволит восстановить флору и фауну Приаралья.

В Аральске ныне функционирует рыбоперерабатывающий комбинат «Камбала Балык». Развивается рыбный промысел и в дельте Сырдарьи. На протоке Сырдарьи – Караозеке построено новое гидротехническое сооружение пропускной способностью более 300 м³ воды в секунду (Аклакский гидроузел), благодаря чему появилась возможность обводнить озёрные системы, вмещающие в себя более полутора миллиардов кубометров воды. В 2008 г. общая площадь озёр составила более 50 тысяч га (предполагается её увеличение до 80 тысяч га), количество озёр в области увеличилось со 130 до 213.

В рамках реализации второй фазы проекта РРССАМ в 2010–2015 гг. планируется построить плотину с гидроузелом в северной части Малого Арала, отделить залив Сарышыганак и заполнить его водой по специально прорытому каналу из устья Сырдарьи, доведя уровень воды в нём до 46 м. От залива предполагается построить судоходный канал к порту Аральск (ширина канала по дну составит 100 м, длина 23 км). Для обеспечения транспортной связи между Аральском и комплексом сооружений в заливе Сарышыганак проект предусматривает строительство автодороги V категории протяжённостью около 50 км и шириной 8 м параллельно бывшей береговой линии Аральского моря.

Ведётся интенсивная работа по подготовке второго этапа проекта РССАМ-2 – «Регулирование русла реки Сырдарьи и сохранение Северного Аральского моря». В июне 2010 г. состоялось заседание Рабочей группы экспертов-гидротехников, представителей областных административных органов и специалистов Исполкома МФСА в Кызылорде.

Проведение технико-экономических изысканий, мониторинга и оценки результатов первой фазы проекта доказали необходимость наращивания высоты Кокаральской плотины с современной отметки 42 до 48–50 м и осуществления сброса воды в Большой Арал через пролив в западной части Малого Арала. Следовательно, в рамках РССАМ-2 потребуются строительство гидротехнических объектов в заливе Шевченко. По расчетам, в результате реализации данного проекта объём воды в Северном Арале увеличится с 27 до 59 км³. При достижении уровня воды 46 м и выше, море значительно приблизится к городу Аральску, бывшему порту, который в настоящее время находится на расстоянии 40 км от моря. Таким образом, по этому проекту нет необходимости строить плотину, чтобы отделить залив Сарышыганак. Данный способ решает сразу несколько задач: снижается солёность воды в Малом Арале с нынешних 13–16 до 2,5–3 г/л, сокращается испарения воды, улучшается водно-химический баланс по всему морю.

Озеро Балхаш. Подобная экологическая ситуация складывается и в районе Или-Балхашского бассейна [1, 2]. Озеро Балхаш может повторить судьбу Арала. Уже более десятка лет, как это озеро стремительно мелеет. Особенность озера заключается в том, что Балхаш состоит наполовину из пресной воды и наполовину из соленой. Сейчас соленой воды становится все больше, потому что уменьшается объём озера. Причиной является увеличение водозабора из реки Или пользователями, причем основная стокообразующая часть бассейна расположена в КНР. В результате Балхаш стал получать в два раза меньше прежнего объёма воды

Основной причиной загрязнения вод озера Балхаш является крупнейший металлургический комбинат. На хвостохранилище, которое находится в 300 метрах от береговой линии Балхаша, складываются твердые отходы производства обогатительной фабрики комбината. Ветрами выдувается и приносится в озеро около 25 тыс. тонн высокообогащенных концентратов. При выпадении осадков оттуда идет смыв, который непосредственно попадает в воды рек, впадающих в Балхаш.

Программа по решению экологических, водных проблем Балхаша 2006–2009 гг. не имела достаточного финансирования, оказалась слишком короткой по срокам и никак не связана с областными и районными программами развития. Отсутствие программного решения вопроса может привести к экологической катастрофе, ведущей к утрате национального природного достояния, аридизации климата, социальной напряженности и экологической миграции населения.

Список литературы:

1. Водные ресурсы Казахстана в новом тысячелетии. Обзор. – Алматы: ПРООН, 2004. – 132 с.
2. Проблемы Аральского моря и Приаралья: Сборник научных трудов. – Ташкент, 2008 г. – 52 с.

Система добровольной сертификации организации работ в области охраны труда как часть общей системы менеджмента организации**Ю.В. Бородин, Н.А. Чулков***Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Динамика изменения производственного травматизма и профессиональных заболеваний в России продолжает оставаться в рамках недопустимого риска по сравнению со странами с развитой экономикой, несмотря на значительный рост расходов на предупредительные меры из фонда социального страхования и самих предприятий. Это обстоятельство подталкивает как к реформированию законодательства в области охраны труда, так и системы управления охраной труда с учетом зарубежного опыта.

Требования к системам управления охраной труда (СУОТ) разработаны Международной Организацией Труда (МОТ) в соответствии с общепризнанными международными принципами на основе широкомасштабного подхода, которые определены входящими в МОТ представителями трех сторон социально-трудовых отношений и других заинтересованных организаций. Этот трехсторонний подход предполагает силу, гибкость и надлежащую основу для развития стабильной культуры безопасности труда в организации. Добровольно принимаемые требования к системам управления охраной труда отражают ценности и средства МОТ, позволяющие обеспечивать безопасность и здоровье работников.

Положительное воздействие внедрения систем управления охраной труда на уровне организации, выражающееся как в снижении воздействия опасных и вредных производственных факторов и рисков, так и в повышении производительности, в настоящее время признано правительствами, работодателями и работниками.

Существующая национальная система управления охраной труда – это целевая подсистема в системе управления предприятием любой отрасли промышленности, включающая комплекс взаимосвязанных стандартов и руководящих документов по охране труда, направленных на обеспечение безопасности и улучшения условий труда.

Согласно статье 212 ТК РФ работодатель обязан обеспечить проведение аттестации рабочих мест по условиям труда с последующей сертификацией организации работ по охране труда.

На основании постановления Минтруда № 28 от 24 апреля 2002 г. была введена «Система сертификации работ по охране труда в организациях» (ССОТ). В настоящее время ССОТ отменена. С принятием в 2002 году Федерального закона «О техническом регулировании» создаются системы добровольной сертификации в области охраны труда. В соответствии с Положением о системе добровольной сертификации работ в области охраны труда (ДССОТ) у работодателя объектами сертификации является организация работ по охране труда, в том числе:

- деятельность работодателя по обеспечению безопасных условий труда в организации;
- деятельность службы охраны труда;
- работы по проведению аттестации рабочих мест по условиям труда;
- организация и проведение инструктажа по охране труда работников и проверки их знаний требований охраны труда.

В 1999 г. была принята первая версия Международного стандарта OHSAS 18000 «Системы менеджмента охраны труда и производственной безопасности» (Occupational Health and Safety Assessment Series), ориентированного на создание системы управления охраной труда и техникой безопасности организации, как составной части общей системы менеджмента организации. В действительности серия стандартов OHSAS 18000 объединяет два стандарта:

- OHSAS 18001:2007 – Система менеджмента профессиональной безопасности и здоровья. Требования.
- OHSAS 18002:2008 – Руководство по применению OHSAS 18001.

Постановлением Госстандарта России № 221-ст от 29.05.2002г. принят и введен в действие ГОСТ Р 12.0.006-2002 г. «Общие требования к системе управления охраной труда в организации». Сейчас данный стандарт заменен на ГОСТ Р 12.0.230-2007.

Система управления охраной труда – набор взаимосвязанных или взаимодействующих между собой элементов, устанавливающих политику и цели по охране труда и процедуры по достижению этих целей, который включает в себя:

- организационную структуру;
- деятельность по планированию;
- распределение ответственности;

- процедуры, процессы и ресурсы для разработки, внедрения, достижения целей, анализа результативности политики и мероприятий по охране труда.

Национальный стандарт ГОСТ Р 12.0.230-2007 гармонизирован со стандартом OHSAS-18001. Требования стандарта применимы к организациям всех типов, независимо от конкретного сектора экономики или отрасли промышленности.

Обеспечение охраны труда в организации, включая соответствие условий труда требованиям охране труда, установленным национальными законами и иными нормативными правовыми актами, входит в обязанности работодателей. В связи с этим работодатель должен продемонстрировать свои руководство и заинтересованность в деятельности по обеспечению охраной труда в организации и организовать создание системы управления охраной труда.

Основные элементы системы управления охраной труда – политика, организация, планирование и применение, оценка и действия по совершенствованию представлены на рис. 1.



Рис. 1. Основные элементы системы управления охраной труда

На уровне организации стандарт предназначен:

- а) служить руководящими указаниями по объединению элементов системы управления охраной труда в организации в качестве составной части общей политики и системы управления;
- б) способствовать активизации всех работников организации, в том числе работодателей, собственников, управленческого персонала, работников и их представителей с целью применения современных принципов и методов управления охраной труда, направленных на непрерывное совершенствование деятельности по охране труда.

Система добровольной сертификации организации работ в области охраны труда (ДССОТ) может рассматриваться как подсистема системы менеджмента предприятия в соответствии с требованиями OHSAS 18001 и ГОСТ Р 12.0.230-2007. Поэтому видится целесообразным на переходном этапе к системе управления охраной труда в организации оставить обязательной сертификацию организации работ в области охраны труда в соответствии со статьей 212 ТК, а в дальнейшем законодательно предусмотреть поэтапный двухступенчатый уровень сертификации систем управления охраной труда в организации. Первая ступень – сертификация организации работ в области охраны труда идеально подходит для предприятий малого бизнеса. Вторая ступень – СУОТ применима к организациям всех типов.

Список литературы:

1. Трудового кодекса РФ – Федеральный закон от 30.12.01 г. № 197-ФЗ. (ред. от 18.07.2011г.).
2. Межгосударственный стандарт ГОСТ Р 12.0.230-2007 "Система стандартов безопасности труда. Системы управления охраной труда. Общие требования".
3. OHSAS 18001:2007 – Система менеджмента профессиональной безопасности и здоровья. Требования.
4. OHSAS 18002:2008 – Руководство по применению OHSAS 18001.

Влияние свойств тонкодисперсных материалов на сжимаемость фильтрующего слоя в пылеуловителе

М.В. Василевский, В.И. Романдин, А.С. Разва, Е.Г. Зыков**, В.А. Полюшко**

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

**Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

***ООО «Томсказоочистка», г. Томск, Россия*

E-mail: yasmix40@mail.ru

В процессе фильтрации газа через пористую перегородку осажденная пыль находится в агломерированном состоянии. Уплотнение слоя при накоплении частиц связано с переформированием агрегатов. Пористость слоя, расчетный диаметр частиц являются переменными величинами. В статье приводятся сведения об агломерации пылей, предлагается метод оценки переменных величин.

В технике обеспыливания газов применяют разнообразные по свойствам фильтровальные перегородки: зернистые слои гравия, доломита, хлопчатобумажные или шерстяные ткани, ткани из синтетических волокон, стекловолокна, сетки из волосяных или металлических нитей, пористые перегородки из металлокерамики и т.п. Средний размер и форма пор фильтровальных перегородок определяется размерами и формами элементов, из которых они изготовлены, а также технологией изготовления. Для некоторых фильтровальных перегородок (ткани, волокнистые слои) характерна сжимаемость под воздействием разности давлений (толщина уменьшается, поры деформируются и уменьшаются). Частицы, увлекаемые потоком газа, попадают в различные условия. Частица может пройти через пору, задержаться в результате адгезии на поверхности от касания частицы при воздействии на нее инерционных сил при движении в искривленной поре. Структура осажденного слоя определяется гидродинамическими и физико-химическими факторами: пористость слоя, размер частиц, сферичность частиц, относительная влажность несущей среды, образование двойного электрического слоя на границе дисперсных материал – перегородка, степень агломерации частиц, деформация агломератов с закупоркой пор [1].

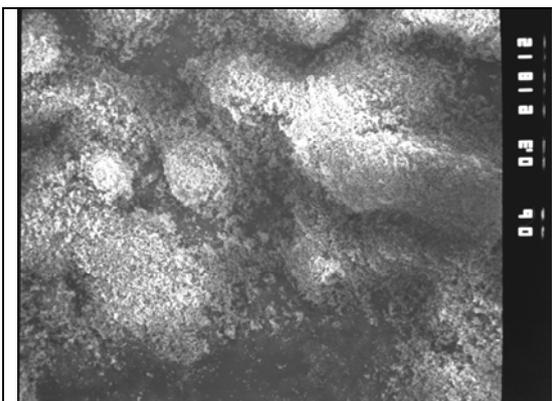


Рис. 1. Порошок М1 –увеличение 5000

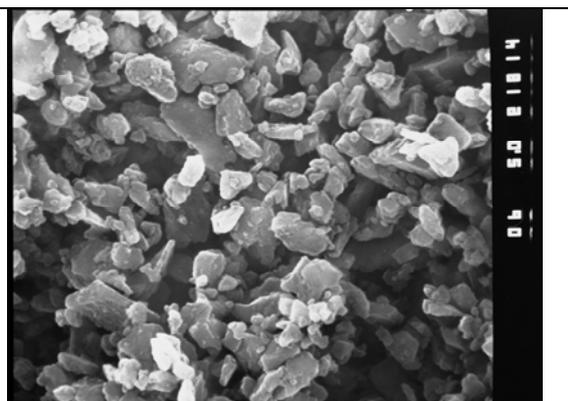


Рис. 2. Порошок М1–увеличение 300

На рис.1 показано микрофотография порошка, состоящего из микронных частиц увеличенных в 5000 раз. На рис. 2 показана микрофотография того же порошка с увеличением в 300 раз. Видно, что порошок представляет совокупности агрегатов с размерами 20 – 200 мкм.

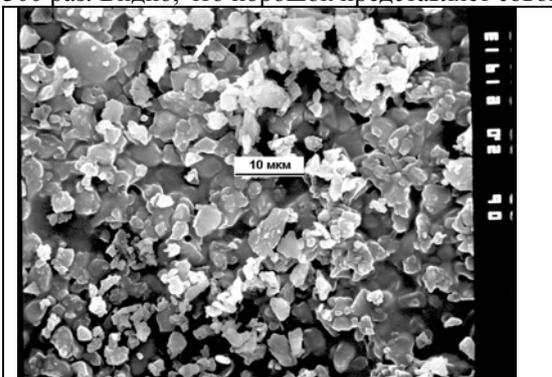


Рис. 3. Цемент унос – увеличение 2000

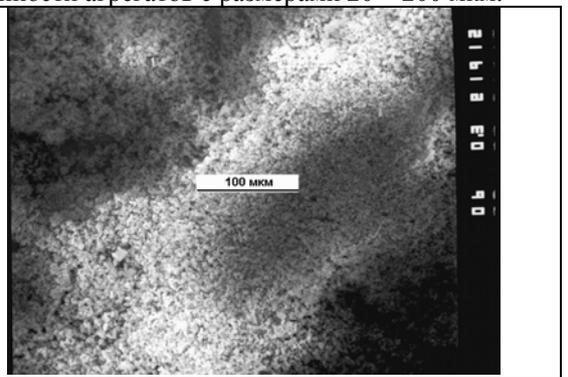
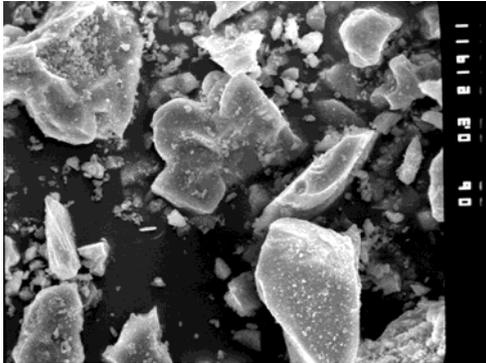


Рис. 4. Цемент унос – увеличение 300

На рис.3 показана микрофотография уноса цементной пыли из циклона с увеличением 2000, а на рис. 4 представлено микрофото – с увеличением 300. На рис. 5 представлено микрофото уловленного циклоном цемента. Видно, что крупные частицы на своих поверхностях содержат прилипшие мелкие частицы.



Способность к агрегированию сказывается на процессе фильтрования запыленных газов через пористую перегородку. В процессе фильтрования на перегородке образуется пористый пылевой слой, который под действием осаждающихся частиц претерпевает изменения.

Рис. 5 Цемент улов –увеличение 300

Гидравлическое сопротивление фильтрующей перегородки определяется в виде

$$\Delta P_{\Sigma} = \Delta P' + \Delta P'' \quad (1)$$

где $\Delta P'$ – гидравлическое сопротивление перегородки с оставшимся на ней после регенерации слоем пыли, $\Delta P''$ – гидравлическое сопротивление слоев пыли, накапливающейся во время цикла фильтрования.

Уравнение (1) имеет вид [2]

$$\Delta P_{\Sigma} = K_0 \frac{\mu w (1 - \varepsilon)}{\delta_0^2 \varepsilon^3} \left[\frac{g_0 \psi^2}{\rho_n K_k^2} (1 - \varepsilon) + \frac{C_0 w K_c \tau}{\rho_t} \right] \quad (2)$$

где K_0 – экспериментальный коэффициент, учитывающий характер упаковки частиц в слое, μ – коэффициент динамической вязкости, w – скорость фильтрации, ε – пористость слоя, δ_0 – диаметр частиц в слое, g_0 – равновесная масса пыли в порах перегородки на единицу поверхности, ψ – коэффициент, учитывающий отношение скоростей в порах фильтровального материала и вне его, ρ_n , ρ_t – плотности слоя и вещества частицы, K_k – коэффициент учитывающий извилистость пор фильтровального материала, C_0 – концентрация пыли в газе перед фильтром, τ – время фильтрации, K_c – коэффициент, учитывающий скорость роста гидравлического сопротивления после регенерации, который зависит от метода регенерации, свойств частиц и несущего потока. Применение формулы (2) требует достоверных данных по коэффициентам, однако в самой формуле существуют неопределенности, поскольку отношение коэффициентов можно заменить одним коэффициентом. Экспериментальные коэффициенты определяются в результате пусконаладочных испытаний. Анализ (2) показывает, что наибольший вклад в сопротивление вносят величины ε , δ_0 . Сформированный слой из частиц обладает свойством сжимаемости. Поэтому линейной зависимости сопротивления сформированного слоя от скорости фильтрации, как это представлено формулой (2), на практике не наблюдается.

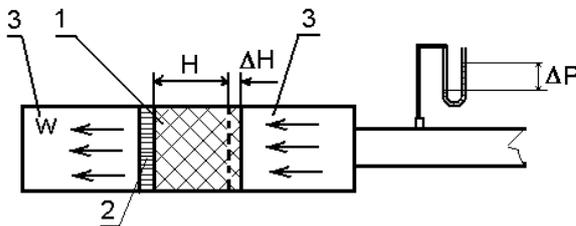


Рис.6 Устройство для определения параметров дисперсного материала:

1 – рабочая секция, 2 – фильтр, 3 – вспомогательные секции.

В общем виде [3]

$$\Delta P_{\Sigma} = \mu (R_0 + R_{\tau}) w \quad (3)$$

где $R_0 = r_0 h_0$ – сопротивление уравновешенного слоя ($1/m$), $r_0 = k \frac{\varphi(1-\varepsilon)^2}{\varepsilon^3 \delta_0^2}$ – удельное сопротивление ($1/m^2$), $h_0 = g_0 / \rho_n$ – толщина слоя (м), $\varphi = 1/\psi^2$, ψ – фактор формы – отношение поверхности шара к поверхности тела, имеющего тот же объем. $R_{\tau} = r_0 h_{\tau}$, $h_{\tau} = \frac{V_{\text{пт}}}{F_{\phi}} = \frac{C_0 w \tau}{\rho_t (1 - \varepsilon)}$ – переменная толщина слоя отфильтрованной пыли (м), $V_{\text{пт}}$ – объем отфильтрованного слоя (m^3),

F_{ϕ} —поверхность фильтра. Оценки величин r_0 , ε , $k\phi$, H можно определить экспериментально, используя простое устройство (рис.6) и соотношение в дифференциальной форме

$$d\Delta P/d\Delta H = \mu r_0 w. \quad (4)$$

В рабочую секцию 1 помещается дисперсный материал с разной степенью уплотнения. При подаче воздуха процесс фильтрации в течении долей секунды нестационарен. Изменение расхода при внезапном создании перепада давления на слое можно рассчитать, при условии несжимаемости слоя, по формулам [4]. При установившемся течении измеряется расход, перепад давления, изменение уплотнения материала. Удельное сопротивление в формуле (3) зависит от скорости фильтрации и перепада давления. Рассчитываются величины r_0 , $\rho_{\text{пл}}$, ε , $k\phi$. Проводится аппроксимация величины r_0 от комплекса $\Delta P/w\mu H$. Проводится корреляция уплотнения дисперсного материала при определении связности прессованием [5] и при фильтрации.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №11–08–00059).

Список литературы:

1. Справочник по пыле- и золоулавливанию //Под ред. М.И . Биргер, А.Ю. Вальдберг, Б.И. Мягков и др. Под общей ред. А.А. Русанова – 2 изд. М.: Энергоатомиздат, 1983. – 312 с.
2. Фильтры для улавливания промышленных пылей /М.Г. Мазус, А.Д. Мальгин, М.Л. Моргулис.– М.: Машиностроение. 1985.– 240 с.
3. Жужиков В.А. Фильтрование: Теория и практика разделения суспензий. – М.: Химия, 1980, 400 с.
4. Слезкин Н.А. Динамика вязкой несжимаемой жидкости. Гостехиздат, М., 1955, с. 322–326.
5. Василевский М.В., Некрасова К.В., Разва А.С., Зыков Е.Г. Оценка связности дисперсного материала из агрегированных частиц //Заводская лаборатория, 2009, т. 75, №5, с. 32–36.

Нормативные документы в обеспечении безопасности энергетических воздействий на здоровье человека

М.В. Василевский

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

E-mail: vasmix40@mail.ru

Для уменьшения энергетического воздействия на человека устраиваются санитарно-защитные зоны, являющиеся защитным барьером, обеспечивающим уровень безопасности населения при эксплуатации объекта в штатном режиме. При производстве работ в жилых помещениях многоквартирных домов с применением перфоратора никаких санитарно–защитных зон не существует. Имеются нормативные документы, безопасного звукового воздействия на человека, которые обозначают допустимые уровни воздействий. Однако в законодательных актах вопросы шумовых воздействиях представлены в формах, которые позволяют исполнителям работ превышать эти уровни и разрушать здоровье человека.

Среда, окружающая человека, должна иметь характеристики, обеспечивающие благоприятные условия функционирования человеческого организма. Одной из составляющих этих характеристик является шум. Шумовое воздействие в крупных промышленных городах мира – одна из наиболее острых экологических проблем современности. Подсчитано, что более половины населения Западной Европы проживает в районах, где уровень шума составляет 55–70 дБ. Многочисленные эксперименты и практика подтверждают, что антропогенное шумовое воздействие неблагоприятно сказывается на организме человека и сокращает продолжительность его жизни, ибо привыкнуть к шуму физически невозможно. Шум и вибрация вызывают ощущение дискомфорта, раздражение, тошноту и другие неприятные явления. Характерно появление чувства тревоги и страха, удушья, боли в области живота и позвоночника, общего утомления, затрудненного дыхания, головной боли, зуда и глухоты. Очевидно, нарушается нормальное протекание процессов как в отдельных клетках, так и в органах в целом. В частности, вибрация влияет на анафазу, то есть на ту стадию деления клеток, во время которой начинается расхождение половинок хромосом.

При 140 дБ человек ощущает сильную боль, а продолжительное воздействие шума в 90—120 дБ может привести к повреждению слухового нерва. Особенно разрушительное действие на человека оказывают звуковые поля с частотами, близкими к резонансным. На рис. 1 представлено возрастание амплитуды колебаний клеток определенного органа при приближении звуковых частот к частотам собственных колебаний клеток [1].

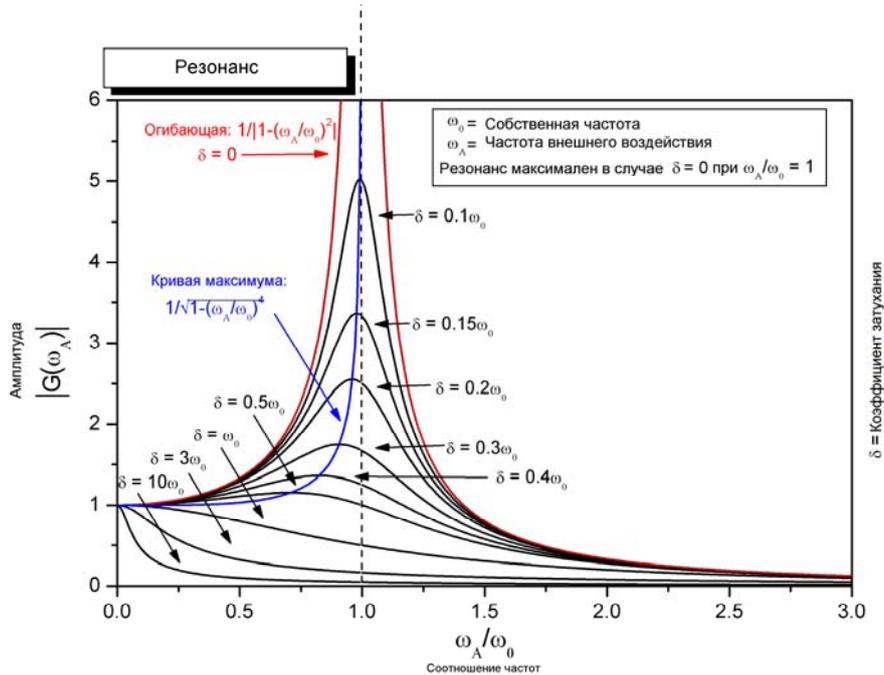


Рис.1 Влияние приближения звуковых частот к частотам собственных колебаний клеток на амплитуду колебаний.

Кроме того, шум в 60 дБ и выше вызывает торможение нормальных сокращений желудка и кишечника, а также уменьшает выделение желудочного сока и слюны. На рис. 2 показаны области частот, вызывающие резонансные эффекты в различных органах человека [2]

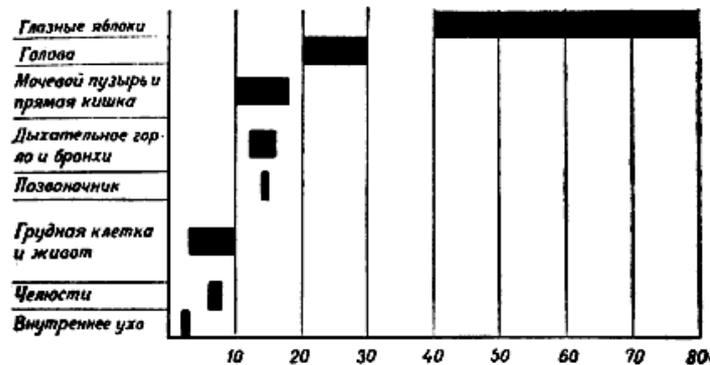


Рис. 2. Области частот, вызывающие резонансные эффекты в различных органах человека

Перепланировка, расширительные работы в помещениях многоквартирных домов сопровождаются энергетическим воздействием механических инструментов на ограждающие строительные конструкции помещений многоквартирного дома. Стены, перекрытия являются волнопроводами с малыми потерями энергии колебаний. Количество колебательной энергии в конструкционном массиве определяется мощностью источника и временем воздействия оборудования на строительный элемент. Передача энергии в окружающую среду конструкциями здания осуществляется в основном через поверхность наружных ограждений, составляющей по отношению к поверхностям внутренних ограждений менее десяти процентов. Поэтому уровень шума в помещениях, расположенных вблизи источника при энергии удара при локальном взаимодействии с массивом конструкции более 0.5 Дж превышает предельно допустимые значения. В строительных работах применяют перфораторы с энергией удара 2–20 Дж. Основным недостатком применения перфоратора является шум. Уровень собственного шума за счет внутреннего взаимодействия механизмов в зависимости от конструкции, мощности составляет 60–110 дБ. Количество переданной звуковой энергии от источника акустического шума через

конструкцию прямо пропорционально ее площади S_1 и обратно пропорционально площади звукопоглощения A_2 в изолированном объеме. Однако при воздействии на перегородку перфоратора возникает структурный шум. Рассмотрим эквивалентную пластину из кирпича толщиной $H=0.25$ м с площадью поверхности $48\,000\text{ м}^2$ [3]. В центре этой пластины осуществляются удары разрушения с энергией 20 Дж и частотой $f = 50$ Гц, так что мощность источника $W = 1000$ Вт. При воздействии перфоратора плотность потока энергии в стене определится из баланса энергии с учетом отражения волн и прозрачности

$$I_T = \frac{W}{2\pi rH} + \frac{2W\beta}{(1-\beta)S} \cdot \beta = \frac{Z_T - Z_B}{Z_T + Z_B} = 0.9998 = 1 - 2 \cdot 10^{-4} [3]. \text{ При } r = 20 \text{ м, } I_T = 240 \text{ Вт/м}^2$$

Объемная плотность энергии $W_T = I_T / c_T = 240/2080 = 0.115$ Дж/м³, колебательная скорость

$$v = \sqrt{\frac{2W_T}{\rho_T}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 0.115}{1700}} = 11.6 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}. \text{ Плотность потока энергии в воздухе помещения от}$$

излучения стенами и перекрытиями $I_{\text{вн}} = \frac{v^2}{2} \rho_v c_v = 27.6 \cdot 10^{-3} \text{ Вт/м}^2$. Коэффициент поглощения

звуковой энергии оштукатуренными стенами $\alpha = 0.02$, с учетом наличия форточек, мягких покрытий $\alpha = 0.04$. Плотность потока энергии в помещении с учетом отражений волн от стен и

перекрытий $I_{\Sigma} = I_{\text{вн}} + \frac{I_{\text{вн}}(1-\alpha)}{\alpha} = 0.68 \text{ Вт/м}^2$. Уровень шума $L = 10 \lg \frac{0.68}{10^{-12}} = 118$ дБ при

нормативном допустимом уровне шума в жилых помещениях 60 дБ. Замкнутый воздушный объем помещения, если его размеры соизмеримы с длиной волны или больше ее, следует рассматривать как колебательную систему с распределенными параметрами, которая обладает спектром собственных (резонансных) частот. В [3] приведены расчеты частот собственных колебаний прямоугольных помещений с разными размерами. Эти расчеты показали, что для небольших помещений резонансные частоты находятся в диапазоне 30–80 Гц, которые характерны для перфораторных инструментов. Звук с наименьшей частотой является основным тоном. Он содержит гармоники с частотами, кратными частоте основного тона. При совпадении вынужденных частот с частотами собственных колебаний в помещении образуются стоячие волны с кратным увеличением амплитуд колебаний воздушной среды.

Таким образом, в здании, где проводятся ремонтные работы с применением перфоратора на человека, находящегося в соседнем помещении, оказывается сверхдопустимое шумовое воздействие. Человек оказывается в акустической ловушке, причем акустические воздействия на него по физическому параметру (давление) превышает допустимое в тысячи раз. Однако в законодательных актах вопросы шумовых воздействии представлены в формах, которые позволяют исполнителям работ превышать эти уровни и разрушать здоровье человека. Например, административные правонарушения, посягающие на права граждан и здоровье населения обозначены в Статье 3.19 КоАП Томской области «Нарушение тишины и покоя граждан» следующим образом: «2. Совершение действий, нарушающих тишину и покой граждан в многоквартирных домах в 7 часов до 23 часов за исключением проведения строительно-монтажных работ, аварийных и спасательных работ, а также других неотложных работ, необходимых для обеспечения безопасности граждан либо функционирования объектов жизнеобеспечения населения, если эти действия не охватываются составами правонарушений, предусмотренными частями 3 и 4 настоящей статьи, – влечет предупреждение...». «4. Проведения строительно-монтажных работ в многоквартирных домах с 21 часа до 23 часов – влечет предупреждение...».

Согласно формулировкам ч. 2, 4 Статьи 3.19 КоАП ТО, если проводятся строительно-монтажные работы в каком-то помещении, то можно производить шум неограниченного уровня с 7 часов до 21 часов. Это противоречит статье Конституции о правах граждан на здоровую среду обитания в других помещениях и противоречит существующим нормативным документам в обеспечении безопасности человека при энергетических воздействиях. Предлагается более гуманная формулировка этих положений по отношению к человеку в соседнем помещении: 1. Строительно-монтажные работы, с применением перфоратора должны осуществляться по согласованию с гражданами, проживающих в этом здании и назначением распорядка (графика) проведения работ. 2. Лица–инициаторы расширительных работ, проводящие работы без согласования с гражданами, проживающими в этом здании, обязаны по требованию граждан, подвергшимся энергетическому избиению, представить им результаты изменений в строительных

конструкциях для фиксации изменений. Правоохранительные органы обязаны содействовать в оформлении акта проведения расширительных работ с подписью заявителя. В Статьях УК в части причинения ущерба ОС и здоровью населения также не отражены основные положения Конституции РФ о праве человека на здоровую среду обитания. Предлагается ввести понятия «энергетическое избиение», и «уголовная ответственность за осуществление энергетического избиения» и ввести дополнения в соответствующие статьи УК. Проблема актуальна [4–11].

Список литературы:

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D1%81>.
2. http://www.astronaut.ru/bookcase/books/sharp01/text/09.htm?reload_coolmenus.
3. Василевский М.В.. О шумовых эффектах в жилых помещениях от воздействия механического оборудования. //Материалы шестнадцатой Всеросс. науч.-техн. конференции "Энергетика: экология, надежность, безопасность." – Томск: Изд-во ТПУ, – 2010. – С. 218 –221.
4. http://impravo.ru/tribuna/page_1,3,368-prevyshenie-dopustimogo-urovnya-shuma-v-kvartire.html.
5. <http://www.newkaliningrad.ru/forum/topic/96655-dopustimii-urovni-shuma-vibracii-v-zhilih-pomeshe/>.
6. <http://www.forum.zakonia.ru/showthread.php?t=52651&page=2>.
7. <http://www.forum.zakonia.ru/showthread.php?t=52651&page=3>.
8. http://best-stroy.ru/articles/r4/r4_10/1401.
9. <http://taxhelp.ru/new/forum/showthread.php?t=338815>.
10. <http://www.likar.info/forum/printview5307520.html>.
11. <http://www.woman.ru/home/medley9/thread/3860759/>.

Корректирующие оценки эффективности циклона фактором формы частиц М.В. Василевский, Е.Г. Зыков*, В.А. Полюшко**, В.И. Романдин**, А.С. Разва

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

**Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

***ООО «Томсказоочистка», г. Томск, Россия*

E-mail: yasmix40@mail.ru

Коэффициент сопротивления частицы в потоке газа зависит от фактора формы частицы. Это определяет скорость движения частицы относительно газа под воздействием инерционных сил. Для частиц пластинчатой формы закономерности изменения эффективности обеспыливания газа в циклоне с увеличением размера частиц значительно отличаются от закономерностей для сферических частиц. Эти закономерности имеют место при золовом уносе в системе сжигания лугзи подсолнечника. Батарейные циклонные золоуловители имеют эффективности, не превышающие 50 %. В статье проведено исследование этого несоответствия.

Расчеты газоочистой аппаратуры проводят в предположении сферичности частиц. Несферические частицы обладают более высоким сопротивлением. Для области вязкого обтекания обнаружено, что частицы с тремя перпендикулярными осями симметрии сохраняют свою первоначальную ориентацию, частицы с двумя перпендикулярными плоскостями симметрии движется в направлении линии пересечения плоскостей. Поэтому диски, пластины ориентируются по предпочтительному направлению. Режим обтекания шаровой частицы определяется числом $Re = \Delta u \delta / \nu$, где Δu – скорость частицы относительно газа, δ – диаметр частицы, ν – коэффициент кинематической вязкости. При значениях $Re = 70 - 300$ возникает неустойчивая ориентация частиц: одни из них находятся в колебательном движении поперек переноса, другие вращаются, третьи движутся по спирали, диски испытывают боковое скольжение. Для оценки вводят понятия объемного, поверхностного, по проектной площади, лобового сопротивления диаметров [1, 2]. Пусть имеется частица в виде цилиндра диаметром D , с высотой l , $\bar{l} = l/D$. Если $\bar{l} \rightarrow 0$, то имеем диск, если $\bar{l} \rightarrow \infty$, то – стержень. Пусть диаметр шара, эквивалентного по объему цилиндра D_V . Имеем $\frac{\pi D^3 \bar{l}}{4} = \frac{\pi D_V^3}{6}$; $D_V = (1,5 \bar{l})^{1/3} D$; Шар с эквивалентной поверхностью D_S определится из равенства $2 \frac{\pi D^2}{4} + \pi D^2 \bar{l} = \pi D_S^2$; $D_S = D(0,5 + \bar{l})^{1/2}$. Фактор формы записывается в

виде $\psi = \frac{D_V^2}{D_S^2} = \frac{(1,5l)^2}{0,5+l}^{2/3}$. Движение частицы под действием силы тяжести определяется

выражением $mg = 0,5C_D A \rho \Delta u^2$, где m – масса частицы, g – ускорение свободного падения, C_D – коэффициент сопротивления, A – площадь миделевого сечения частицы, ρ – плотность газа.

На рис.1 приведена зависимость C_D от величины $Re_V = \Delta u D_V / \nu$ при свободном падении изометрических частиц в воздухе с разным значением величины ψ [2].

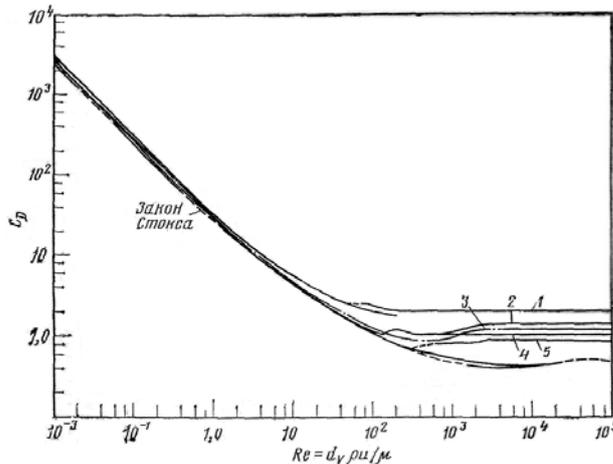


Рис.1 Корреляция коэффициента лобового сопротивления C_D для изометрических частиц различной сферичности [2]. 1 – $\psi=0,67$; 2 – $\psi=0,806$; 3 – $\psi=0,846$; 4 – $\psi=0,945$; 5 – $\psi=1$.

Для малых значений ψ область турбулентного обтекания частиц газом смещается в область меньших чисел Re_V . Для турбулентной области обтекания частицы пластинчатого типа $C_D = 5,31 - 4,88\psi$ [2]. Поэтому при

малых значениях ψ ($\psi < 0,2$), можно полагать, квадратичный закон сопротивления действителен в диапазоне $Re_V = 20 - 2000$.

При турбулентном обтекании частицы ее скорость витания определяется выражением

$$\Delta u = \sqrt{\frac{4}{3} g D_V \psi \frac{\rho_\delta}{\rho} \frac{1}{C_D}}, \text{ здесь } \rho_\delta, \rho - \text{плотности частицы и газа. Эти соотношения используем для}$$

анализа поведения частиц в циклонном пробоотборном устройстве.

Для определения фракционного состава золы-уноса были проведены замеры на паровом котле KE-16-23-370 ГДВ с вихревой топкой котельной ОАО «ЭФКО», сжигающего лузгу подсолнечника. Очистка газов осуществляется в пылеуловителе КПЗУ-75, конструкции ООО «Томсгазоочистка», установленным после дымососа (работа под напором). Выносной циклон пылеконцентратора замкнут на вход дымососа и работает под разрежением: очищенные дымовые газы поступают на рецикл. Конструкция пылеуловителя КПЗУ-75 разработана в сдвоенном виде (тандем) и представляет собой два осесимметричных, зеркально расположенных пылеуловителя КПЗУ-40. Для определения фракционного состава золы-уноса был проведен отбор проб, позволяющий проводить дисперсный анализ пыли. Запыленные газы отбираются через штуцер пробоотборника диаметром 20 мм, с размерами входного отверстия 20x10 мм, поступают в циклон типа СК-ЦН-34 диаметром 90 мм, где пыль улавливается и накапливается в пылеприемном бункере. Неуловленные частицы поступают в рукавный фильтр. Микроскопический анализ показал, что практически все частицы представляют собой плоские пористые чешуйки или диски неправильной формы, обладающие большой порусностью, легко разрушающиеся при механическом воздействии. Такие частицы обладают малой плотностью, большим аэродинамическим сопротивлением, следуют за потоком и плохо улавливаются в инерционных аппаратах. Частицы золы отличаются от округлой формы, характерной для многих промышленных пылей, плохо поддаются статистической обработке. Определение фракционного состава частиц неправильной формы методом оптической счётной микроскопии приводит к большой погрешности. По этой причине был выбран метод лазерной дифракции с использованием анализатора размера частиц (АРЧ) «Mastersizer 2000». В качестве размера частицы применялся объемный диаметр – это диаметр сферы, что и частица. Перерасчет ведется в предположении, что циклон полностью пропустил частицы менее 0,5 мкм. И эти частицы составляют унос в отобранной пробе. Пересчет велся из условия, чтобы суммарное фракционное содержание составлял 100 %. При этом содержание каждой фракции в отобранной пробе уменьшалось пропорционально кпд циклона. На рис. 2 показано объемное и интегральное содержание частиц в зависимости от эквивалентных диаметров сфер, равных по объему частицам неправильной формы после котла.

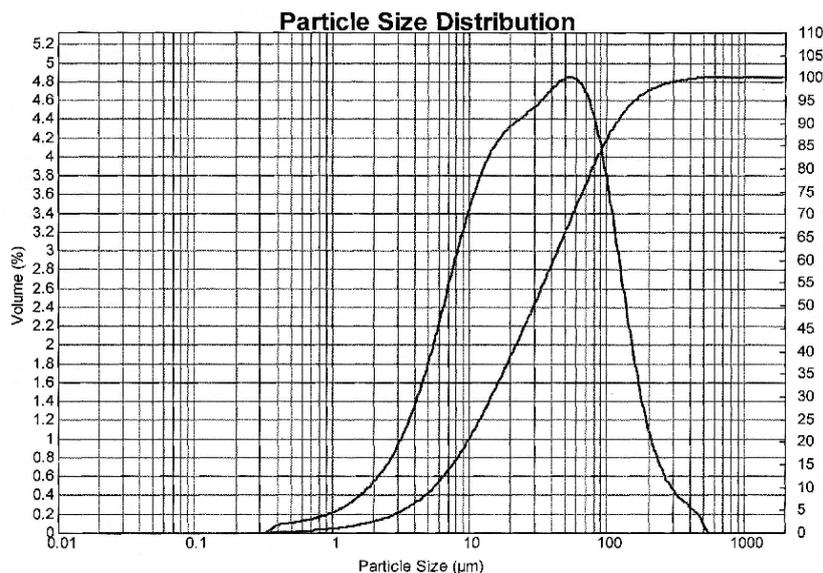


Рис.2. Объемное и интегральное содержание частиц в пробоотборном циклоне после котла в зависимости от эквивалентных диаметров сфер.

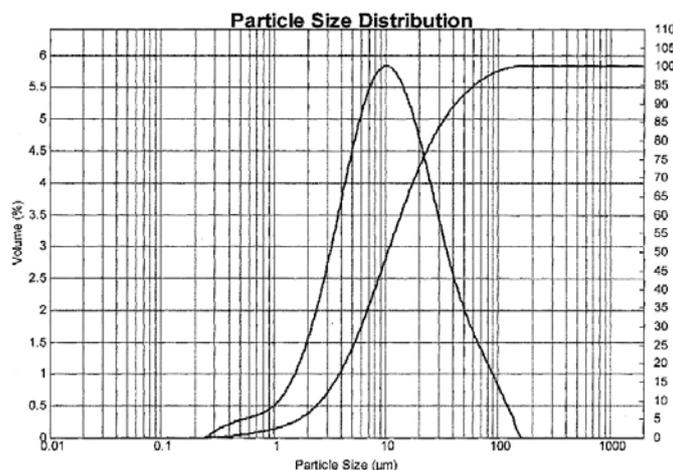


Рис. 3 Объемное и интегральное содержание частиц в пробоотборном циклоне после газоочистки в зависимости от эквивалентных диаметров сфер.

Проведенные отборы проб показали следующие результаты. Перед газоочисткой стандартный циклон СК ЦН– 34 диаметром 90 мм имел эффективность улавливания 83%, тогда как установка имела эффективность 72%. Микроскопический анализ уловленной пыли пробоотборным циклоном показал, что частицы имеют пластинчатую и игольчатую форму в диапазоне 0.5 – 900 мкм. Причем крупные частицы представляют собой спеченные агломераты и имеют поры. Мелкие частицы в уносе при отмучивании в воде попадают в осадок, тогда как крупные частицы в исходном потоке при отмучивании оказываются на поверхности. На ООО «Топкинский цемент» $\delta_{50п}=4,9$ мкм–диаметр частиц, улавливаемой установкой на 50 % , $lg\sigma_p=0.32$ –дисперсия распределения фракционных эффективностей. Пробоотборный циклон имеет соответствующие значения $\delta_{50п} = 1.1$ мкм, $lg\sigma_p=0.31$. Фракционные эффективности имеют распределения логарифмически вероятностного типа.

Фракционная эффективность пылеотделения в циклоне определяется обобщенным параметром

$$\alpha = \frac{\Delta u R}{\varepsilon}, \text{ где } R - \text{ радиус зоны разделения, } \varepsilon - \text{ коэффициент турбулентного перемешивания частиц}$$

[3]. Расчет эффективности разделения аэрозоля со сферическими частицами в противоточном концентрате приведен в [4]. В выражение для силы сопротивления частиц должна входить

величина D_S —диаметр сферы с поверхностью, равной поверхности частицы. В расчетные параметры входит величина D_V . Поэтому при малых значениях Re величина $\Delta u = W_0 Stk \psi^{0.5}$, где

$$Stk = \frac{\rho_\delta D_V^2 W_0}{\rho 18 \nu R}, \text{ где } W_0 - \text{характерная скорость газа в циклоне. Для квадратичной зоны}$$

$$\text{сопротивления } \Delta u = W_0 \sqrt{\frac{4 D_V}{3 R} \psi \frac{\rho_\delta}{\rho} \frac{1}{C_D}}. \text{ Величина } \bar{l} \approx (\delta_0/D_S)^{0.9} \text{ где } \delta_0 - \text{базовый диаметр}$$

частицы ($\delta_0 = 1-2$ мкм).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект №11-08-00059).

Список литературы:

1. Райст П. Аэрозоли. Введение в теорию. Пер. с англ. – М.: Мир, 1987. – 280 с.
2. Страус В. Промышленная очистка газов. Пер. с англ. – М.: Химия, 1981. – 616 с.
3. Василевский М.В., Зыков Е.Г. Расчет эффективности очистки газа в инерционных аппаратах: Учебное пособие.- Томск: Изд-во ТПУ, 2005.–88 с.
4. Василевский М. В., Зыков Е. Г., Разва А. С. Расчетная модель концентрирования частиц в противоточном цилиндрическом циклонном аппарате. // Теоретич. основы хим. технологии, 2011, т. 45, № 3 с. 321–328.

УДК 628.16.081.312:546.72

Улучшение качества воды питьевого назначения с помощью бадинского цеолита

А.С. Вейсгейм, Р.Ф. Зарубина, О.Б. Назаренко

Томский политехнический университет, г.Томск, Россия

E-mail: obnaz@mail.ru

Исследованы физико-химические свойства природного цеолита Бадинского месторождения и возможность его использования для улучшения качества воды питьевого назначения в динамических условиях. Эффективность очистки скважинной воды Кожевниковского района составила от $Fe_{\text{общ}}$ – 100 %.

Источником хозяйственно-питьевого водоснабжения населения Томской области являются, в основном, подземные воды из-за сильного загрязнения поверхностных водоемов. Качество подземных вод в естественных природных условиях не отвечает требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01. "Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества" по ряду показателей. Например, содержание железа в скважинных водах достигает 30 ПДК, марганца – 4 ПДК, кремния – 1,8 ПДК [1].

Железо в подземной воде содержится в виде двухвалентного иона Fe^{2+} . Использование воды такого состава требует специальной водоподготовки. В мелких населенных пунктах Томской области водоподготовка, как правило, примитивна и включает только стадию отстаивания. Употребление подземных вод для питьевых целей без предварительной их подготовки создает угрозу здоровью населения. Поэтому обеспечение населения Томской области качественной питьевой водой является острой проблемой.

Перспективным материалом для улучшения качества воды являются природные цеолиты, которые представляют собой широко распространенное и дешевое минеральное сырье, обладают уникальным спектром физико-химических, адсорбционных и ионообменных свойств, благодаря чему находят широкое применение в практике очистки сточных вод [2–4] и подготовки воды питьевого назначения [5]. Цеолиты относятся к группе каркасных алюмосиликатов, кристаллическая решетка которых образуется тетраэдрами $[SiO_4]^{4-}$ и $[AlO_4]^{5-}$, объединенными общими вершинами в трехмерный каркас [6]. Наличие полостей и каналов в микроструктуре цеолитов, а также достаточно большая свобода движения катионов и молекул воды определяет уникальные свойства цеолитов. В водной среде цеолиты легко обменивают свои катионы (Ca, Na, K, Mg, Ba и др.) на другие, находящиеся в растворе. В процессах адсорбции и ионного обмена цеолиты проявляют тенденцию к избирательному поглощению одних ионов или молекул перед другими (молекулярно-ситовые свойства).

В России цеолитовые породы широко распространены, причем более 70 % всего объема разведанных запасов природных цеолитов сосредоточено в Забайкалье. Бадинское месторождение является одним из наиболее крупных [7]. Бадинское месторождение расположено в Читинской

области, в 7 км северо-восточнее железнодорожной станции Бада. Площадь развития потенциально цеолитизированных пород оценивается в 9 км². Предварительно оцененные запасы полезного ископаемого составляют 95 млн. т.

Химический состав цеолитовой породы Бадинского месторождения представлен следующими оксидами, мас. %: SiO₂ – 68,0...72,0; Al₂O₃ – 11,4...12,0; Fe₂O₃ – 0,6...0,8; TiO₂ – 0,16; MnO – 0,05; CaO – 2,1...3,7; MgO – 0,6...1,7; K₂O – 2,6...4,8; Na₂O – 0,4...1,5; H₂O – до 10 [8]. По химическому составу цеолитовая порода Бадинского месторождения относится к высококремнеземистой, характеризуется высоким отношением Si/Al.

Целью данной работы является изучение возможности улучшения качества скважинной воды с помощью природного цеолита Бадинского месторождения в динамических условиях.

Материалы и методики экспериментов. Для исследований свойств бадинского цеолита проведены следующие методы анализа: рентгенофазовый анализ (РФА) на дифрактометре ДРОН-3.0, термический анализ с помощью термоанализатора SDT Q600, инфракрасная (ИК) спектроскопия (спектрометр Nicolet 5700), электронно-микроскопический анализ (электронный микроскоп JSM-7500FA), химический анализ. Анализы выполнены в Научно-аналитическом центре ТПУ, Наноцентре ТПУ и УНПЦ «Вода» ТПУ.

В экспериментах использованы фракция размером 1,0...2,0 мм. В стеклянную колонку было помещено 25 мл цеолита. Перед экспериментом по очистке воды была проведена предварительная активация цеолита раствором хлористого натрия. Скорость фильтрации природной воды составляла 7...8 мл/мин. Для анализа на спектрофотометре КФК-2 осуществлялся отбор каждые 100 мл фильтрата.

Эксперименты по очистке проводили с использованием скважинной воды Кожевниковского района Томской области, которая характеризуется как гидрокарбонатная кальциевая, слабощелочная, умеренно-жесткая. Химический состав пробы воды, определенный титриметрическим методом, методами потенциометрии и фотоколориметрии приведен в таблице.

Таблица 1. Химический состав скважинной воды

рН	Концентрация, мг/л									
	CO ₂	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	СГ	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Fe _{общ}	M*
6,7	105,6	439,2	<2	1,3	108	13,2	23,5	1,9	1,5	589,2

Результаты и обсуждение. С помощью РФА определен минералогический состав цеолитовой породы. Исследуемый образец содержит в своем составе клиноптилолит, гейландит, а также примесные породы – кварц, монтмориллонит, полевошпат и кристобалит (рис. 1, а).

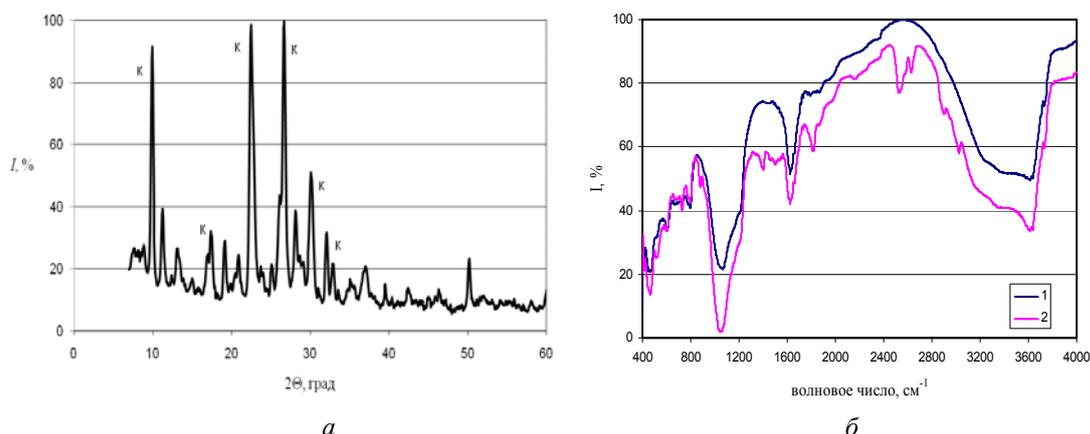


Рис. 1. а) Дифрактограмма образца бадинского цеолита: к – клиноптилолит; б) ИК-спектры образцов цеолита исходного (1) и после фильтрации природной воды (2)

Наличие характерных для фазы клиноптилолита [6] структурных групп в образце бадинского цеолита установлено методом инфракрасной спектроскопии (рис. 1, б). Наиболее интенсивный пик наблюдается для полосы поглощения 1040 см⁻¹, отвечающей колебанию связи Si–O–Si. Пики поглощения 800,5 и 780,5 см⁻¹ связаны с валентными колебаниями связи Al–O, а 473,2 см⁻¹ – с деформационными колебаниями Al–O₄. С наличием цеолитной воды связаны

следующие полосы поглощения в диапазоне $3253\text{--}3734\text{ см}^{-1}$, $1612,4\text{ см}^{-1}$ – полоса деформационных колебаний молекул воды. На ИК-спектре образца после фильтрации через него природной воды наблюдаются дополнительные полосы поглощения $1446, 1822, 2535\text{ см}^{-1}$, которые связаны с присутствием карбоната кальция.

Термическая устойчивость цеолита была исследована с помощью термогравиметрического анализа. На дифференциальной термической (ДТА) кривой образца бадинского цеолита регистрируется эндотермический эффект с максимумом $77,9\text{ °C}$, типичный для данного минерала и обусловленный его дегидратацией (рис. 2). Установлено, что кривая дегидратации как функция температуры является плавной, что характерно для фазы клиноптилолита [3]. Потеря веса при нагревании образца природного цеолита до 1000 °C составила $10,0\%$, причем максимальная потеря адсорбированной воды $\sim 6\%$ наблюдалась в температурном диапазоне от 80 до 300 °C .

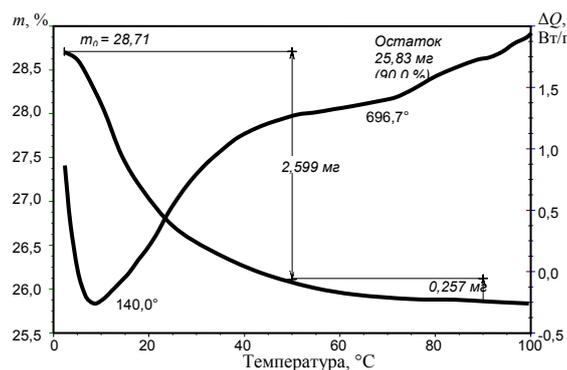


Рис. 2. Термограмма образца бадинского цеолита, скорость нагрева 10 град/мин , среда – воздух

Результаты экспериментов по очистке скважинной воды Кожевниковского района Томской области с помощью бадинского цеолита представлены на рис. 3. В соответствии с полученными данными эффективность удаления $\text{Fe}_{\text{общ}}$ в условиях проведенного эксперимента составила 100% после фильтрации через колонку 500 мл воды (рис. 3, а).

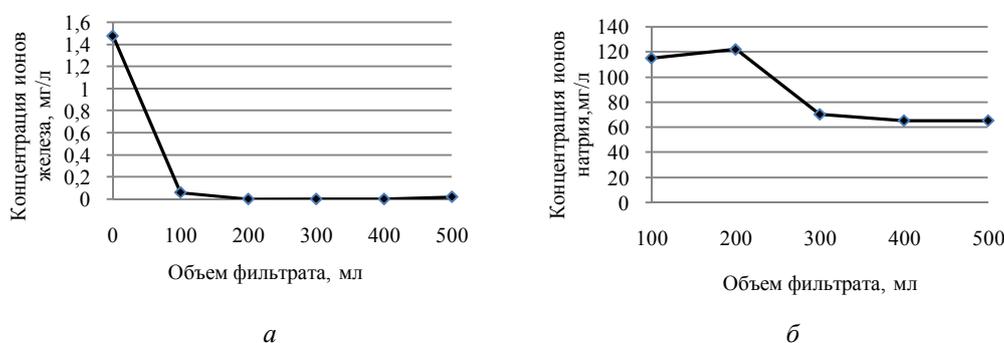


Рис. 3. Зависимость концентрации в фильтрате от объема отфильтрованной воды: а) $\text{Fe}_{\text{общ}}$; б) Na^+

На рис. 3, б также показана зависимость изменения концентрации ионов натрия в воде после фильтрации через цеолит. Основной обменный ион при очистке воды на цеолите – это ион натрия. Предварительная обработка цеолита раствором хлористого натрия перед проведением экспериментов способствовала насыщению цеолита обменными ионами натрия. Это простой и недорогой способ подготовки цеолита к очистке воды и его регенерации, в результате которого эффективность удаления из воды загрязнителей существенно возрастает.

Выводы. В данной работе представлена характеристика физико-химических свойств природного цеолита Бадинского месторождения, исследована эффективность очистки природной воды от ионов железа. Концентрация $\text{Fe}_{\text{общ}}$ в исследуемой воде после фильтрации не превышала предельно допустимых значений. Таким образом, выполненные исследования позволяют сделать вывод о возможности применения бадинского цеолита для обработки скважинной воды, предназначенной для питьевых и технических целей. Но для разработки предложений по практическому использованию необходимо проводить эксперименты по удалению других химических веществ, характерных для природных вод Томской области.

Список литературы

1. Экологический мониторинг: Состояние окружающей среды Томской области в 2008 году / Гл. ред. А.М. Адам; Департамент природн. ресурсов и охраны окружающ. среды Том. обл., ОГУ «Облкомприрода» Администрации Том. обл. – Томск: Издательство «Оптимум», 2009. – 144 с.
2. Тарасевич Ю.И. Природные сорбенты в процессах очистки воды.– Киев: Наукова думка, 1981.–207 с.
3. Челищев Н.Ф., Володин В.Ф., Крюков В.Л. Ионообменные свойства природных высококремнистых цеолитов. – М.: Наука, 1988. – 128 с.
4. Wang S., Peng Y. Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment // Chemical Engineering J. – 2010. – Т. 156. – С. 11–24.
5. Пушмина И.Н., Хорунжина С.И., Пермякова Л.В. Использование цеолитов Сибири в производстве напитков // Пиво и напитки. – 2009. – №3.– С. 18–19.
6. Брек Д. Цеолитовые молекулярные сита. – М.: Мир, 1976. – 781 с.
7. Тарасов А.Г., Ларичкин В.А. Государственный баланс запасов полезных ископаемых РФ на 1 января 2008 года: Цеолиты. М.: Росгеолфонд, 2008. – В. 41. – 32 с.
8. Урханова Л.А., Лхасаранов С.А., Галданов С.Б. Нетрадиционные сырьевые материалы в производстве алюмосиликатных отделочных материалов // Вестник Восточно-Сибирского государственного технологического университета. – 2009. – № 3. – С. 66–71.

УДК 621.311.22

О прогнозировании распространения дымового факела в атмосфере*А.М. Веселов, С.В. Голдаев**Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**E-mail: veselovartem@inbox.ru*

С помощью разработанной программы в среде Turbo Pascal были реализованы две математические модели начального подъема выбросов ТЭС, учитывающие совместность динамического и теплового подъёма, которые позволят провести правильное прогнозирование экологической обстановки при работе котельной.

Энергетика является основой развития всех отраслей промышленности, сельского хозяйства, транспорта. Топливо-энергетический комплекс имеет наиболее высокие темпы роста и масштабы производства. Сжигание органического топлива связано с выбросом в окружающую среду основных продуктов сгорания (диоксид углерода, пары воды) и других вредных веществ: оксидов азота, серы, монооксида углерода, а также частиц золы, содержащей в своем составе ряд химических элементов и соединений тяжелых металлов. Положение усугубляется использованием низкосортного каменного и бурого угля, в результате сжигания которого на территориях, прилегающих к источникам выброса, экологические нагрузки загрязнителей превышают предельно допустимые нормы воздействия на окружающую среду.

Правильное прогнозирование возможных концентраций вредных примесей в приземном слое воздуха, выбор мест их рассеивания и воздухозабора, способов очистки удаляемого воздуха от пыли и вредных веществ, принятие мер по предотвращению их значительных выбросов в атмосферный воздух, – весь этот комплекс мер необходим при проектировании и строительстве новых и реконструкции действующих промышленных предприятий [1–3].

Поэтому рассматриваемая задача представляется актуальной и имеющей большое практическое значение, о чём свидетельствуют многочисленные публикации.

Целью работы является оценка экологической опасности предприятий топливо-энергетического комплекса, работающих на твердом топливе, по данным экологического мониторинга с прогнозированием распространения количества основных загрязняющих веществ в окружающей природной среде.

Анализ экспериментальных данных показал, что по оксидам азота вклад ТЭС в общее загрязнение атмосферы по сравнению с максимальной фоновой составляет около 17%, а по оксидам серы – 42%. Это говорит о том, что основными загрязнителями атмосферы являются предприятия с низкими источниками выбросов и автотранспорт.

Главной задачей сохранения воздушного бассейна является поддержание в нём концентраций вредных веществ, не превышающих предельно допустимые, и осуществление мер по их снижению. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе на

заводских площадках и в населённых пунктах определены санитарными нормами проектирования промышленных предприятий.

Например, ПДК окиси углерода являются: в приземном слое воздуха на заводской площадке – $6,0 \text{ мг/м}^3$; в воздухе населённых пунктов – $3,0 \text{ мг/м}^3$ (50% от ПДК) при разовом выбросе и $1,0 \text{ мг/м}^3$ (16,6% от ПДК) – при среднесуточных выбросах.

Обработка распределения примесей вдоль оси факела показала, что максимум концентраций для опасной скорости ветра составляет $5 \dots 8 \text{ м/с}$, находится на расстоянии 4 км. от ТЭЦ. Расчётные значения, полученные на основе методики определения концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий, оказались на 10...25% выше экспериментальных. Вероятно, это обусловлено тем, что городские застройки формируют повышенную турбулентность атмосферы и усиливающую рассеивание выбросов вредных веществ [8].

Установлено, что продолжительность воздействия дымового факела ТЭС на окружающую местность зависит от законов распределения векторов направления и скорости ветра в слое атмосферы, соизмеримой с высотой труб ТЭС, т.е. в приземном слое толщиной от 100 до 500 м.

В работе [8] описаны результаты измерения скоростей ветра на разных уровнях в городах Омске и Братске. Сопоставление накопленных в течение года наблюдений в г. Омске за направлением ветра на четырёх уровнях высот флюгера показало устойчивый поворот направления ветра с высотой вправо, т.е. по часовой стрелке, если смотреть сверху: при 100 м. – на 7° , при 200 м. – 18° , для 300 м. – 22° . Поэтому для наземных и низких (производственные корпуса) источников следует ориентироваться на уровень флюгера.

Для г. Братска характерным является возникновение штилевой обстановки в атмосфере. Оказалось, что частота появления их убывает с высотой от 60% на уровне флюгера, до 5...10% – на уровне 200...300 м. Неблагоприятные метеорологические условия, обусловленные возникновением 100...150 метрового штилевого слоя, создают наиболее тяжёлые условия загрязнения от низких источников. Одновременно они практически блокируют поступление к уровню дыхания токсичных веществ от сносимого ветром факела.

Другой особенностью атмосферной аэродинамики ряда районов Восточной Сибири является преобладание ветров западной ориентации. Исследования показали, что для одного из районов продолжительность воздействия расчётных приземных концентраций при западных ветрах возрастает до 3...6%, а при восточных падает до 0,15...0,3% от полной продолжительности вредных выбросов в течение года. На практике это означает, что для объектов, попадающих под западные ветры, длительность воздействия расчётных концентраций окажется в 20 раз больше, чем для объектов восточной ориентации.

Таким образом, при проектировании и строительстве объектов, в том числе и ТЭС, необходимо принимать во внимание параметры ветра на уровне выброса газа из дымовой трубы, которые учитывают метеорологическую обстановку в данном регионе.

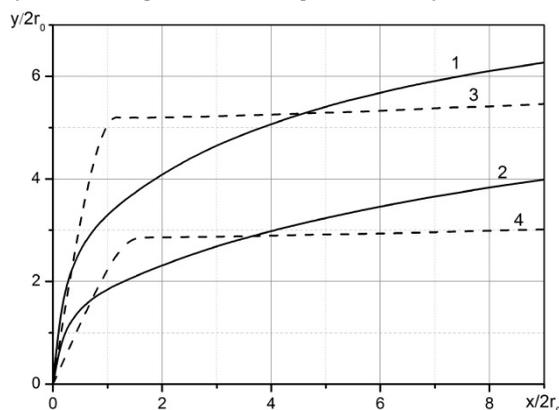


Рис. 1. Результаты расчётов и экспериментальные данные для траектории дымового факела в координатах. На основе двух моделей

В цикле статей [4–6] осуществлён анализ влияния силы плавучести [4] и динамического напора истекающей струи на её траекторию [5], а также их совместного воздействия [6]. Однако в этих публикациях нет ссылок на монографии [1, 2], а также на работу [7], где гораздо ранее была предложена математическая модель подъема дымового факела, обладающего начальным

динамическим и тепловым импульсом. В ней принималось, что у вершины трубы в каждое мгновение образуется дымовой клуб или облако конечных размеров, которое сразу же сносится ветром, а на его месте образуется новое. Видимое положение факела в каждый момент представляет собой ряд таких клубов, выпущенных последовательно один за другим.

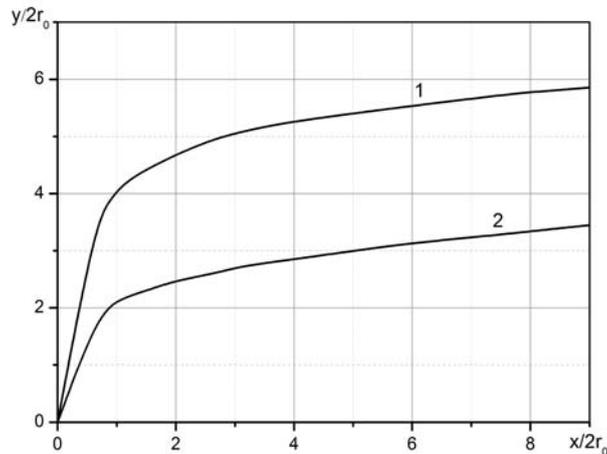


Рис. 2. Результаты расчётов и экспериментальные данные для траектории дымового факела в координатах. Усреднённый график

Как видно из графиков на рис. 1, методика работы [1] даёт заниженные значения траектории дымовой струи вблизи источника выбросов, а методика [4–6] – завышенные. По мере удаления от дымовой трубы характер изменения кривых меняется на противоположный. На рис. 2 для снижения погрешности прогнозирования поведения траектории дымового факела использованы среднеарифметические из этих значений [9].

Предложенный метод оценки прогноза образования основных загрязняющих веществ обеспечивает ресурсосбережение и предназначен для выбора приемлемых режимов работы ТЭС с экономической и экологической точек зрения. Он позволяет определять дальность уноса основных загрязняющих веществ (оксиды азота, диоксид серы, зола бурого угля) при фиксировании нагрузки в процессе сжигания твердого топлива и рекомендуется для использования в системах автоматизированного управления отдельными котлоагрегатами и системой в целом.

Список литературы:

1. Волков Э.П. Контроль загазованности атмосферы выбросами ТЭС. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 256 с.
2. Рихтер Л.А., Елизаров Д.П., Лавыгин В.М. Вспомогательное оборудование тепловых электростанций: Учебное пособие для вузов. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 216 с.
3. Веселов А.М. Анализ влияния различных факторов на рассеивание в атмосфере выбросов ТЭС, работающих на каменном угле. – Томск: ТПУ, 2011. – т. 2. Теплоэнергетическое и гуманитарное направления. – 356 с.
4. Федосов А.А., Чичирова Н.Д., Шарифуллин А.Ш. Моделирование начального подъёма выбросов тепловых электрических станций. 3. Динамический подъём в масштабе пограничного слоя атмосферы //Изв. вузов. Проблемы энергетики. – 2003. – №1–2. – С. 3-9.
5. Федосов А.А., Чичирова Н.Д., Шарифуллин А.Ш. Моделирование начального подъёма выбросов тепловых электрических станций. 4. Тепловой подъём в масштабе пограничного слоя атмосферы //Изв. вузов. Проблемы энергетики. – 2003. – №3–4. – С. 48-53.
6. Федосов А.А., Чичирова Н.Д., Шарифуллин А.Ш. Моделирование начального подъёма выбросов тепловых электрических станций. 5. Совместный расчёт динамического и теплового подъёма //Изв. вузов. Проблемы энергетики. – 2003. – №5–6. – С. 14-20.
7. Математическое моделирование подъёма дымового факела в атмосфере / Э. П. Волков, Е. И. Гаврилов, П. Т. Зувков, С. А. Фадеев// Изв. вузов. Энергетика. – 1986. – №9. – С. 87-89.
8. Внуков А.К. Защита атмосферы от выбросов энергообъектов: Справочник. – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 176 с.
9. Голдаев С.В., Веселов А.М. Прогнозирование начального подъёма дымового факела на основе двух моделей. – Томск.: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – С. 251-254.

УДК 533.6.071.4

Поднятие факела вредных летучих примесей над источником выбросов**К.Г. Добросельский***Институт теплофизики им. С.С. Кутателадзе СО РАН, г. Новосибирск, Россия**Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия**E-mail: dobroselsky@mail.ru*

Показана возможность использования физической модели распространения воздушной струи в поперечном потоке для исследования рассеяния вредных летучих примесей, распространяющихся от сосредоточенных источников в приземном атмосферном слое. Получены эмпирические формулы для определения поднятия факела выбросов над источником и его расширение по ходу распространения.

Вредные летучие примеси наиболее опасны для окружающей среды, так как трудно улавливаются и легко переносятся на большие расстояния. Одними из распространенных загрязнителей атмосферы являются трубы, которые можно считать сосредоточенными источниками.

Существующие модели и методики рассеяния примесей содержат большое количество параметров, зависимость которых от метеоусловий сложна и плохо изучена. Расчеты по ним сильно разнятся [1, 2]. Наиболее достоверные результаты получаются для высоких источников вредных выбросов и далеко от них.

Наибольшее воздействие на окружающую среду оказывают низкие и средние источники, например котельные, располагающиеся вблизи жилых и промышленных зон. Одним из важных параметров распространения выбросов является поднятие факела над источником, и, соответственно, над поверхностью Земли.

Физическая модель изучаемого нами распространения газообразных летучих примесей от сосредоточенных источников представляет собой воздушную осесимметричную струю, выбрасываемую из трубы диаметром d под прямым углом к направлению движения воздушного потока.

Положения, позволяющие использовать модель турбулентной струи в поперечном потоке:

1. Выбросы летучих газообразных примесей, скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю, – турбулентные струи, распространяющиеся в поперечном ветровом потоке.
2. Рассеяние примесей в атмосферном приземном слое осуществляется в конечном итоге под действием диффузии переносящей среды (ветрового, воздушного потока).
3. Поднятие струи выбросов осуществляется только под действием динамических сил, поднятие за счет плавучести нагретых газов под действием архимедовых сил не учитывается.
4. Стратификация и изменение скорости воздушного потока в приземном слое не учитываются.

Основные характеристики струи и потока представлены на рисунке. Для исследования струи в сносимом потоке применялся аэродинамический канал [3] длиной 5,5 м и поперечным сечением $0,8 \times 0,5$ м. Исследования проводились для относительных скоростных напоров струи и потока $q = 0,85 \dots 6,12$ ($q = u_0^2 / u_1^2$, где u_0 – максимальная скорость струи на срезе трубы; u_1 – скорость сносимого потока).

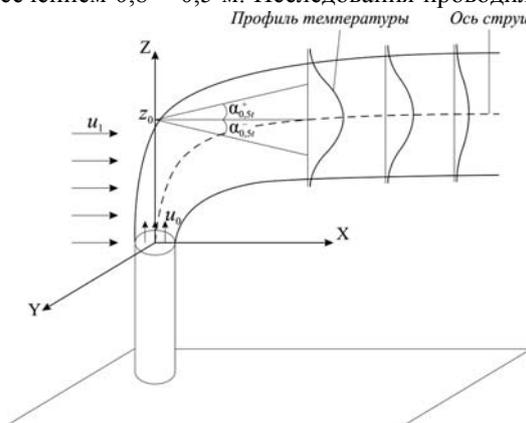


Рис. 1. Основные характеристики струи в поперечном потоке

Значения чисел Рейнольдса для воздушных струй, формирующихся в вертикальных трубках, составляли $Re_0 = 2,7 \times 10^3 \dots 6,9 \times 10^3$, где $Re_0 = u_0 d / \nu$ (ν – кинематическая вязкость воздуха). В центральной части канала был сформирован равномерный поток с числом $Re_1 \approx 8,5 \times 10^4$, где $Re_1 = u_1 D / \nu$ (D – условный диаметр канала,

который определялся из равенства площадей поперечного сечения канала и круглой трубы: $a \times b = \pi D^2 / 4$. Откуда $D = \sqrt{(4ab) / \pi} \approx 0,71$ м).

Реальные атмосферные течения имеют числа $Re_1 > 10^5$, а струи газообразных выбросов – $Re_0 > 10^4$. Однако это неполное подобие чисел Рейнольдса для «натуры» и «модели» не оказывает серьезного влияния на достоверность модельного исследования, так как расширение струи не зависит от плотности, вязкости и числа Рейнольдса, если оно достаточно велико [4].

Критерий Архимеда для исследуемых нами слабонеизотермических струй составлял $Ar = (gd \cdot \Delta T_0) / (2u_0^2 \cdot T_1) = 2,8 \times 10^{-4} \dots 1,0 \times 10^{-3}$ (g – ускорение свободного падения; ΔT_0 – разность абсолютных температур в начальном сечении струи и сносящем потоке; T_1 – абсолютная температура потока) при $\Delta T_0 = 12,5 \dots 16$ К. Реальная струя примесей достаточно быстро приобретает температуру, близкую к окружающей среде. Поэтому можно не учитывать подъем струи за счет плавучести, связанной с разностью температур выбросов и окружающего воздуха [5, 6].

Идентификация струи производилась по полю температуры. В условиях нашего эксперимента изменение температуры струи относительно потока невелико. Поэтому поле температуры подобно полю концентрации пассивной примеси [7].

Для относительных скоростных напоров $q = 2,0; 3,10; 5,55$ слабонеизотермической струи было получено эмпирическое выражение для точек максимальной температуры [8] (поднятие струи над источником):

$$\bar{z}_0 = q^{0,51} \bar{x}^{0,33}, \quad (1)$$

где \bar{x}, \bar{z}_0 – относительные координаты ($\bar{x} = x/d, \bar{z}_0 = z_0/d$), отсчитываемые относительно устья источника (трубы); x, z_0 – координаты точек максимальной температуры в поперечных сечениях струи (см. рис.).

На основе опытных данных был получен безразмерный профиль избыточной температуры [9], который может быть представлен в виде:

$$\frac{T - T_1}{T_m - T_1} = \exp \left\{ - \frac{0,7}{tg^2 \alpha_{0,5r}} \left(\frac{z - z_0}{x} \right)^2 \right\}, \quad (2)$$

где T – температура в измеряемой точке; T_m – максимальная температура в рассматриваемом поперечном сечении струи; $tg \alpha_{0,5r}$ – тангенс угла, образованного точкой половинной избыточной максимальной температуры и осью X в рассматриваемом поперечном сечении струи (см. рис.).

Вблизи источника были определены значения тангенсов отдельно выше ($tg \alpha_{0,5r}^+$) и ниже ($tg \alpha_{0,5r}^-$) оси в поперечных сечениях струи.

По этим опытным данным были получены эмпирические зависимости

$$tg \alpha_{0,5r}^+ = \frac{0,39q^{0,43}}{\bar{x}^{0,75}} \quad \text{и} \quad tg \alpha_{0,5r}^- = \frac{0,54q^{0,28}}{\bar{x}^{0,75}}. \quad (3)$$

Далеко от источника ($\bar{x} \approx 15 \dots 20$) $tg \alpha_{0,5r} \approx 0,10$, струя становится практически спутной [9].

Для конкретного значения q можно найти подъем (факела) струи над поверхностью Земли, определив сначала координату \bar{x}_0 , когда подъем струи над источником будет максимальным $\bar{z}_{0\max}$, используя выражение для $tg \alpha_{0,5r}^-$ и приравняв его к 0,1 и далее, подставив в (1).

$$\bar{x}_0 = \left(\frac{0,54q^{0,28}}{0,1} \right)^{4/3},$$

$$\bar{z}_{0\max} = q^{0,51} \bar{x}_0^{0,33}.$$

Разработанная модель дает возможность оценить поднятие факела вредных летучих примесей над поверхностью Земли для различных относительных скоростных напоров струи и потока, позволяет определить расширение струи (3), а также получить профиль избыточной относительной безразмерной концентрации, изменив в (2) температуру T на концентрацию c .

Список литературы:

1. Защита атмосферы от промышленных загрязнений: Справ. изд.: В 2-х ч. Ч.2. Пер. с англ. /Под ред. С.Калверта, Г.М.Инглунда. - М.: Металлургия, 1988. - 712 с.
2. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. - Л.: Гидрометеоздат, 1987. - 94 с.
3. Добросельский К.Г. Установка для исследования динамики воздушных потоков и струй // Информ. листок. - Благовещенск: ЦНТИ, 1997. - №9.

4. Рейнольдс А.Дж. Турбулентные течения в инженерных приложениях / Пер. с англ. - М.: Энергия, 1979. - 408 с.
5. Лейкин И.Н. Проектирование вентиляционных и промышленных выбросов в атмосферу. - М.: Химия, 1970. - 132 с.
6. Шагапов В.Ш., Гудкова О.С. Распространение паро-газокапельных струй в атмосфере // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. - 2001. - Т. 37. - №3. - С. 313 – 321.
7. Аксенов А.А., Гудзовский А.В., Дядькин А.А., Тишин А.П. Смещение газов при вдуве низконапорной струи в поперечный поток // Изв. РАН. Сер. МЖГ. - 1996. - №3. - С.67-74.
8. Добросельский К.Г. Геометрия слабонапорной струи в поперечном воздушном потоке // Теплофизика и аэромеханика. 2001. Т.8. № 2. С. 199 – 203.
9. Добросельский К.Г. Динамические и тепловые характеристики струи, вдуваемой по нормали к поперечному потоку // Теплофизика и аэромеханика, 2004. Т.11, №1. С. 79 – 86.

УДК 621.928.3

Исследование процесса обеспыливания воздуха в циклонных аппаратах

М.В. Василевский, И.В. Доданова

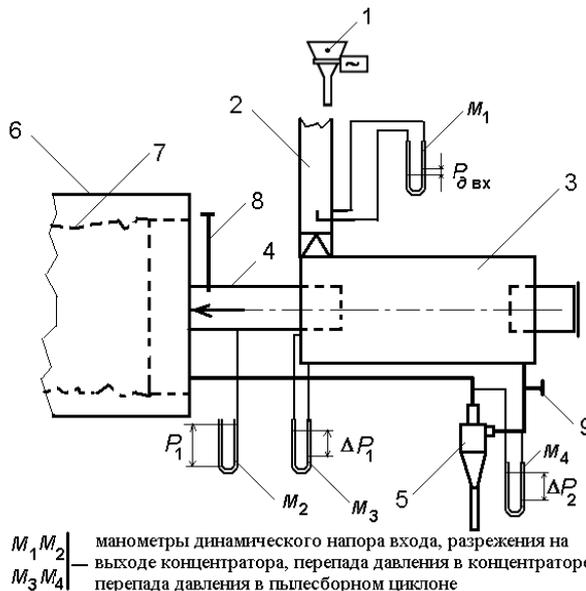
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

E-mail: yasmix40@mail.ru

Разработан метод исследования процесса обеспыливания газов в циклонных аппаратах. При этом использовались известные результаты аэродинамических исследований потоков в циклонных аппаратах. Проведены расчеты эффективности концентрирования частиц в циклонном аппарате, не требующих привлечения экспериментальных коэффициентов по сепарации частиц.

Процесс пылеотделения в циклонах состоит из нескольких этапов: закрутка потока, концентрирование и вывод частиц из сепарационной зоны, формирование слоя в приемнике, удаление уловленной пыли из приемника. Нарушение любого из этапов приводит к неудовлетворительной работе пылеуловителя. Наиболее эффективным осадителем является противоточный циклон с собственным приемником пыли, в котором транспортирующий в него пыль поток газа в объёме замедляет движение и формируется слой из частиц, причем выделяются и частицы менее 10 мкм. В противоточном циклоне основная часть взвешенных в газе частиц отбрасывается к стенке циклона, собирается в жгуты и вместе с частью газового потока движется вниз, проходя через пылевыпускное отверстие в бункер циклона. В бункере завихренный поток

меняет своё направление и теряет скорость, вследствие чего происходит выпадение сгустков частиц. Освобождённые от частиц газы, присоединяя к себе части потока, отделяющиеся от нисходящей спирали, движутся по восходящей (внутренней) спирали к выхлопной трубе.



1-питатель, 2-входной патрубок, 3-концентратор, 4-выводная труба концентратора, 5-пылесборный циклон, 6-воздухоосборник к вентилятору, 7- фильтр, 8- задвижка на выводной трубе концентратора, 9- задвижка на патрубке концентрата пыли

Рис.1 Схема испытательного стенда расходов имеются задвижки 8, 9. Для измерения параметров потока имеются манометры M_1, M_2, M_3, M_4 .

Существенное влияние на процесс очистки оказывает турбулентность, которая во многом определяет степень очистки. Поток, поступающий в выхлопную трубу, продолжает интенсивно вращаться. Затухание этого вращательного движения, связанного с невозможными

потерями энергии, происходит сравнительно медленно. Однако эти пылеотделители имеют относительно большие размеры [1].

Большое распространение получили аппараты с дополнительными (выносными) устройствами для осаждения образующегося в них пылевого концентрата. Они компактны, позволяют размещать выносное устройство в удобном для выгрузки уловленной пыли месте. В качестве выносного устройства чаще всего применяют противочные циклоны с собственными приёмниками пыли.

На рисунке 1 представлен стенд для испытания пылеуловителей, в котором концентрирование пыли осуществляется в противочном пылеконцентраторе 3, а осаждение пыли происходит в выносном противочном циклонном аппарате 5.

За счет разрежения, создаваемого вентилятором, на рисунке не показанном, в емкости 6 образуется пониженное давление и воздух через патрубок 2 с пылью, поступающей из питателя 1, проходит в концентратор 3, закручивается, концентрат пыли проходит в циклон 5. Очищенный воздух через выводные патрубки циклонов поступает в фильтр 7 воздухоборника 6. Для регулировки

Таблица 1. Данные измерений

$P_{д1}$ кгс/м ²	P_1 кгс/м ²	ΔP_1 кгс/м ²	ΔP_2 кгс/м ²	t с	$G_{вх}$ г	$G_{ул}$ г
18	200	40	80	180	59	57

На рисунке 2 представлена схема концентратора с распределением окружных скоростей воздуха по радиусу.

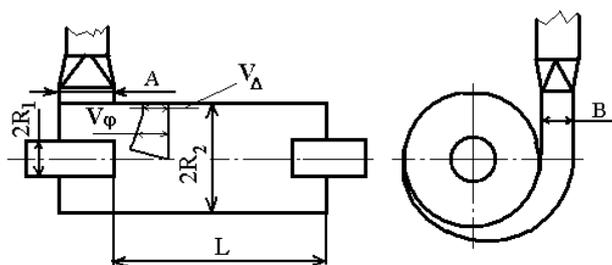


Рис.2 Схема концентратора

Таблица 2. Размерные величины концентратора

$2R_1$, мм	$2R_2$, мм	L, мм	A, мм	B, мм
34	100	200	50	22

Общий коэффициент обеспыливания газа в инерционном аппарате с учетом вывода пыли в выносные пылеуловители определяется формулами

$$\eta_{\Sigma} = \frac{G_{ул}}{G_{вх}} 100 = \frac{G_{вх} - \sum G_{вых}}{G_{вх}} 100 = \frac{G_{ул}}{G_{ул} + \sum G_{вых}} 100 = \frac{C_{вх} Q_{вх} - \sum C_{вых} Q_{вых}}{C_{вх} Q_{вх}} 100\%$$

$C_{вых}$, $Q_{вх}$, $Q_{вых}$ – массы, концентрации частиц, расходы газов.

$q = 3600 \cdot f_{ц} \cdot \sqrt{\frac{\Delta P_2 \cdot g \cdot 2}{\rho \cdot \xi_{ц}}} = 1.52 \sqrt{\Delta P_2} \text{ м}^3/\text{ч}$, где $f_{ц}$ – плановая площадь выносного циклона, $\xi_{ц}$ –

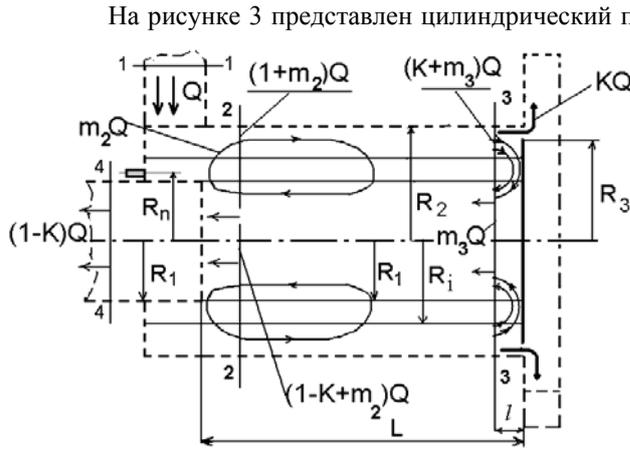
коэффициент гидравлического сопротивления выносного циклона.

$Q = 3600 \cdot F_T \cdot k \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot P_{д1} \cdot g}{\rho}} = 14.4 \sqrt{P_{д1}} \text{ м}^3/\text{ч}$, где F_T – площадь подводящей трубы $K = \frac{q}{Q} \cdot 100\%$,

$C = \frac{G_{вх}}{Q} \frac{3600}{t} \text{ г/м}^3$. Заполняется итоговая таблица 3.

Таблица 3. Итоговые величины

Q м ³ /ч	q м ³ /ч	K	C г/м ³	ΔP_1 кгс/м ²	η_{Σ}
61	13,6	0,22	19,3	40	96,6



На рисунке 3 представлен цилиндрический противоточный концентратор. Схема потоков выглядит следующим образом. Зажеленный газ с расходом Q входит через сечение 1, поступает в кольцевое пространство с радиусами R_i, R_2 . В это же пространство поступает рециркулирующий газ из цилиндрического объема с радиусом R_1 с расходом m_2Q . Через периферийное кольцевое сечения 2 проходит объем газа $(1+m_2)Q$ [2]. Большая часть закрученного газа в кольце с радиусами R_1, R_i между сечениями 2, 3 в количестве 60–80 % движется в радиальном направлении к оси, меньшая часть

часть газа с расходами $(m_3 + K)Q$ проходит через периферийное кольцевое сечение 3 и между сечениями 3 и 5 разветвляется на два потока. Поток с расходом KQ выводится из сепарационного объема с отсепарированной пылью, поток с расходом m_3Q поступает между сечениями 3 и 5 в цилиндрическую область с радиусом R_1 .

Алгоритм расчета приведен сводкой формул (1) – (14) и заполнением таблицы 3 [3].

$$U_0 = \frac{Q}{3600\pi R_2^2} = \frac{61}{3600\pi \cdot 50^2 \cdot 10^{-6}} = 2,16 \text{ м/с}, \quad V_\Delta \approx Q/(F_1 3600) = 61/(50 \cdot 22 \cdot 10^{-6} \cdot 3600) = 15,43 \text{ м/с}, \quad (1);$$

$$\overline{\Delta P}_{1-2} = \frac{\Delta P_{1-2}}{\frac{\rho V_\Delta^2}{2}} = \frac{1}{n} \left[\left(\frac{R_2}{R_n} \right)^{2n} - 1 \right], \quad n \text{ определяется интерполяцией}, \quad n=0,9 \quad (2);$$

$$A = v_\Delta^2 \cdot \frac{3 - 2r_m^{1-2n}(n+1)}{3(1-2n)(1-r_*)} = 7,14^2 \cdot \frac{3 - 2 \cdot 0,186^{1-2 \cdot 0,9}(0,9+1)}{3(1-2 \cdot 0,9)(1-0,149)} = 289,63, \quad v_\Delta = V_\Delta/U_0 = 15,43/2,16 = 7,14, \quad (3);$$

$$\varepsilon = \frac{W_r r}{n+1} = \frac{Q(1-K+2m_2)r}{2\pi r L(n+1)} = \frac{U_0 R_2(1-K+2m_2)}{(n+1)(L/2R_2)} = \frac{2,16 \cdot 0,05(1-0,22)}{(0,9+1)(0,2/2 \cdot 0,05)} = 0,022 \text{ м}^2/\text{с}; \quad (4);$$

$$\alpha = r \frac{\Delta U R_2}{\varepsilon} = r \Delta u \frac{(n+1)(L/2R_2)}{1-K+2m_2} = A \frac{U_0 \tau (n+1)(L/2R_2)}{R_2(1-K+2m_2)} = \delta \text{ подставляется в микронах}$$

$$= 289,63 \frac{2,16 \cdot 92,6 \cdot 10^{-7} \cdot \delta^2 \cdot (0,9+1)(0,2/2 \cdot 0,05)}{0,05(1-0,22)} = 0,056\delta^2$$

$$\Delta U = \frac{V^2}{R} \tau, \quad \tau = \rho \delta^2 / \rho 18 v = 3000 \delta^2 \cdot 10^{-12} / 1,2 \cdot 18 \cdot 1,5 \cdot 10^{-5} = 92,6 \cdot 10^{-7} \delta^2, \quad \Delta u = \frac{\Delta U}{U_0};$$

$$\text{Stk} = \frac{U_0 \tau}{R_2}, \quad \Delta u = \frac{v^2}{r} \text{Stk}; \quad (5); \quad r_m = \frac{R_m}{R_2}, \quad r_m = 0,35 \frac{r_1^{1,5}}{f_1^{0,5}} = 0,35 \frac{0,34^{1,5}}{0,14^{0,5}} = 0,186, \quad r_1 = \frac{R_1}{R_2} = \frac{17}{50} = 0,34,$$

$$f_1 = \frac{F_1}{\pi R_2^2} = \frac{50 \cdot 22 \cdot 10^{-6}}{\pi \cdot 50^2 \cdot 10^{-6}} = 0,14, \quad (6); \quad r_* = \frac{R_*}{R_2} \approx 0,8 r_m = 0,8 \cdot 0,186 = 0,149, \quad (7);$$

$$[2^+] = \frac{2}{1-r_i^2} \left[\frac{1-r_i^{\alpha_2+2}}{r_*^{\alpha_2}(\alpha_2+2)} \right], \quad r_i = \frac{R_i}{R_2} = 0,8 + 0,2 \exp(-20b) \quad [4], \quad (8);$$

$$[2^-] = \frac{2}{r_1^2} \left[\frac{r_2^2}{2} + \frac{r_1^{\alpha_2+2} - r_2^{\alpha_2+2}}{r_*^{\alpha_2}(\alpha_2+2)} \right], \quad (9); \quad [5^+] = \frac{2}{1-r_3^2} \left[\frac{1-r_3^{\alpha_3+2}}{r_*^{\alpha_3}(\alpha_3+2)} \right], \quad (10); \quad \eta_{ni} = \frac{1}{1+B_1 B_2 B_3}, \quad (11);$$

$$B_1 = \frac{1-K}{K} = \frac{1-0,22}{0,22} = 3,55, \quad (12); \quad B_2 = \frac{[2^-]}{[5^+]}, \quad (13); \quad B_3 = \frac{[3^+](K+m_3) - [3^-]m_3}{[2^+](1+m_2) - [2^-](1+m_2-K)}, \quad (14).$$

Таблица 3 Расчетные значения фракционных эффективностей по формулам (1–14)

α	0	0,1	0,2	0,4	1	2	4
δ мкм	0	1,338	1,892	2,675	4,230	5,982	8,460
$r_1^{\alpha+2}$	0,116	0,104	0,093	0,075	0,039	0,013	0,002
r_*^α	1	0,827	0,683	0,467	0,149	0,022	0,001
$r_*^{\alpha+2}$	0,022	0,018	0,015	0,010	0,003	0,0005	0,00001
$r_i^{\alpha+2} = 0,8^{\alpha+2}$	0,640	0,626	0,612	0,585	0,512	0,409	0,262
$r_3^{\alpha+2} = 0,95^{\alpha+2}$	0,903	0,898	0,893	0,884	0,857	0,815	0,735
$[2^-] = [3^-]$	1	1,047	1,088	1,194	1,584	2,648	4,486
$[2^+] = [3^+]$	1	1,197	1,436	2,059	6,069	37,34	683,88
$[5^+]$	1	1,205	1,461	2,123	6,561	43,118	905,86
B_2	1	0,869	0,745	0,562	0,241	0,061	0,005
B_3	1	0,732	0,597	0,478	0,369	0,331	0,321
$\eta_{тi}$	0,22	0,307	0,388	0,512	0,76	0,933	0,994

Общая эффективность концентрирования пыли определяется по соотношению $\eta_{т\Sigma} = \sum \eta_{тi} \varepsilon_i$ где:

$\eta_{тi}$ - фракционная эффективность концентратора по расчетной таблице, ε_i - доля частиц i -ой фракции в пыли. По интегральной оценке $\eta_{т\Sigma} = \Phi(X_\Sigma)$, $X_\Sigma = \frac{\lg(\delta_m / \delta_{50})}{\sqrt{\lg^2 \sigma_\eta + \lg^2 \sigma_\delta}}$. Для цементной

пыли медианный диаметр частицы $\delta_m = 23$ мкм, дисперсия в функции весового распределения пыли $\sigma_\delta = 3$, $\lg \sigma_\eta = \lg \frac{\delta_{84,1}}{\delta_{50}} = \lg \frac{\delta_{50}}{\delta_{16}}$ - дисперсия частиц в функции распределения парциальных коэффициентов очистки, где $\delta_{84,1}$, δ_{50} , δ_{16} - размер частиц, сепарируемых в концентраторе с эффективностью 84,1, 50 и 16% соответственно.

Методом интерполяции найдены значения $\delta_{84,1} = 4,95$ мкм и $\delta_{50} = 2,55$ мкм.

$$\sigma_\eta = \frac{\delta_{\eta=84,1}}{\delta_{\eta=50}} = \frac{4,95}{2,55} = 1,941, \quad X_\Sigma = \frac{\lg(\delta_m / \delta_{50})}{\sqrt{\lg^2 \sigma_\eta + \lg^2 \sigma_\delta}} = 1,74.$$

По таблице интегральной вероятностной функции [1] к.п.д. концентратора на цементной пыли равен 96%. Эффективность стандартного противоточного циклона типа СК-34 диаметром 55мм на цементной пыли по расчету равна $\eta_{тi} = 98,5$ %, Эффективность обеспыливания воздуха определится по формуле $\eta_{т0} = \eta_{тi} \cdot \eta_{т\Sigma} = 0,96 \cdot 0,985 = 0,946$.

Список литературы:

1. Справочник по пыли- и золоулавливанию //Под ред. М.И . Биргер, А.Ю. Вальдберг, Б.И. Мягков и др. Под общей ред. А.А. Русанова – 2 изд. М.: Энергоатомиздат, 1983. – 312 с.
2. Смутьский И.И. Аэродинамика и процессы в вихревых камерах. Новосибирск: ВО "Наука" 1992. – 301с.
3. Василевский М. В., Зыков Е. Г., Разва А. С. Расчетная модель концентрирования частиц в противоточном цилиндрическом циклонном аппарате. // Теоретич. основы хим. технологии, 2011, т. 45, № 3 с. 321–328.
4. Штым А.Н. Аэродинамика циклонно-вихревых камер. – Владивосток: Дальневосточный ун-т, 1985. –200 с.

Новый способ переработки диоксида серы, содержащегося в отходящих обжиговых газах металлургических производств*Е.В. Заболотская, Т.С. Цыганкова, В.Н. Михеев**Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

В настоящее время, когда во всем мире существуют экологические проблемы, связанные с наличием промышленных отходов, ученые ищут пути решения производственных проблем в наиболее безопасном варианте для окружающей среды.

С этой точки зрения использование техногенных материалов в строительной промышленности является наиболее целесообразным направлением, поскольку в этом случае соблюдается основной закон природы – круговорот веществ. Сейчас, в производстве строительных материалов в основном используются природное сырье, однако в целях развития ресурсоэффективных технологий значительное их количество с успехом можно заменить техногенными материалами, в частности, техногенным ангидритом.

Целью данных исследований является использование выбрасываемого в атмосферу кислого газа – диоксида серы за счет превращения его в востребованный в строительной промышленности материал – ангидритовое вяжущее, на примере ОАО «Горно-металлургический комбинат «Норильский никель».

Согласно поставленной цели в задачи решения указанной проблемы вошли следующие исследования:

- определение условий и режимов, при которых будет происходить полная нейтрализация серной кислоты известняком, с получением безводного сульфата кальция;
- определить состав полученного материала с помощью рентгенофазового анализа.

Для исследований были использованы следующие существующие методы: рентгенофазовый анализ образующегося в результате нейтрализации серной кислоты известняком сульфата кальция; ситовой анализ сыпучих материалов для определения гранулометрического состава компонентов; потенциометрический анализ водной вытяжки продуктов нейтрализации; метод определения прочности образцов на сжатие с помощью лабораторного пресса.

В ОАО «Горно-металлургический комбинат «Норильский никель» производится первоначальное получение серной кислоты из серосодержащих обжиговых газов металлургического производства.

В опытах использовали серную кислоту марки х.ч. с концентрацией 93 % масс. и известняк месторождения в г. Норильске следующего химического состава, % массовые (% масс.): CaCO_3 – 86,5; Al_2O_3 – 2,01; SiO_2 – 6,18; Fe_2O_3 – 1,28; MgCO_3 – 2,78; S – 0,31.

Предварительными опытами было установлено, что для нейтрализации серной кислоты указанным известняком требуется измельчение последнего с содержанием максимального размера его гранул ниже 200 мкм. Увеличение размера гранул известняка вызывало увеличение времени реагирования реагентов выше технологически приемлемых значений. Показателем степени нейтрализации серной кислоты служило значение pH водной вытяжки продукта взаимодействия измельченного и просеянного через сито известняка с серной кислотой. Стехиометрическое количество известняка не обеспечивало полную нейтрализацию серной кислоты даже при температурах выше 150°C. Поэтому были проведены опыты по определению оптимального избытка известняка относительно стехиометрически необходимого для полной нейтрализации серной кислоты.

С целью получения безводного сульфата кальция и исключению возможности образования полуводного сульфата кальция были проведены исследования по определению оптимальной температуры процесса нейтрализации вышеуказанных реагентов.

Влияние влияния времени перемешивания известняка с серной кислотой на значение pH продукта нейтрализации определяли следующим образом.

Известняк перемешивали с серной кислотой при температуре взаимодействия 120 °C в лопастном лабораторном смесителе при избытке известняка над стехиометрическим количеством 50 % масс. Кислотность водной вытяжки полученного материала определяли с помощью аналитического устройства pH-150 МИ (ООО «Измерительная техника», г. Москва, 2010 г.). Водная вытяжка техногенного ангидрита представляет собой водный раствор водорастворимого сульфата кальция после тщательного перемешивания навески продукта в количестве 10 г в 50 мл дистиллированной воды, и выдержки в спокойном состоянии на протяжении 5 минут. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1. Влияние времени перемешивания известняка с кислотой на pH водной вытяжки массы

№ п/п	Время перемешивания, мин.	Значения pH
1	4	2,4
2	5	3,9
3	6	5,3
4	7	5,3
5	8	5,3

Из таблицы видно, что рекомендуемое время перемешивания серной кислоты с Норильским известняком в лопастном смесителе составляет 6 минут.

Влияние температуры реакции на значение pH продукта нейтрализации определяли следующим образом.

При проверке зависимости степени нейтрализации серной кислоты известняком (фракция – 60 мкм) время перемешивания массы составило 6 минут. Результаты опытов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Влияние температуры реакции на pH водной вытяжки получаемого кальцитангидрита

№ п/п	Температура, °С	Значения pH
1	105	5,2
2	120	5,3
3	130	5,3
4	140	5,3
5	150	5,4

Из таблицы видно, что более полно нейтрализация происходит температуре реакции равной 120 °С.

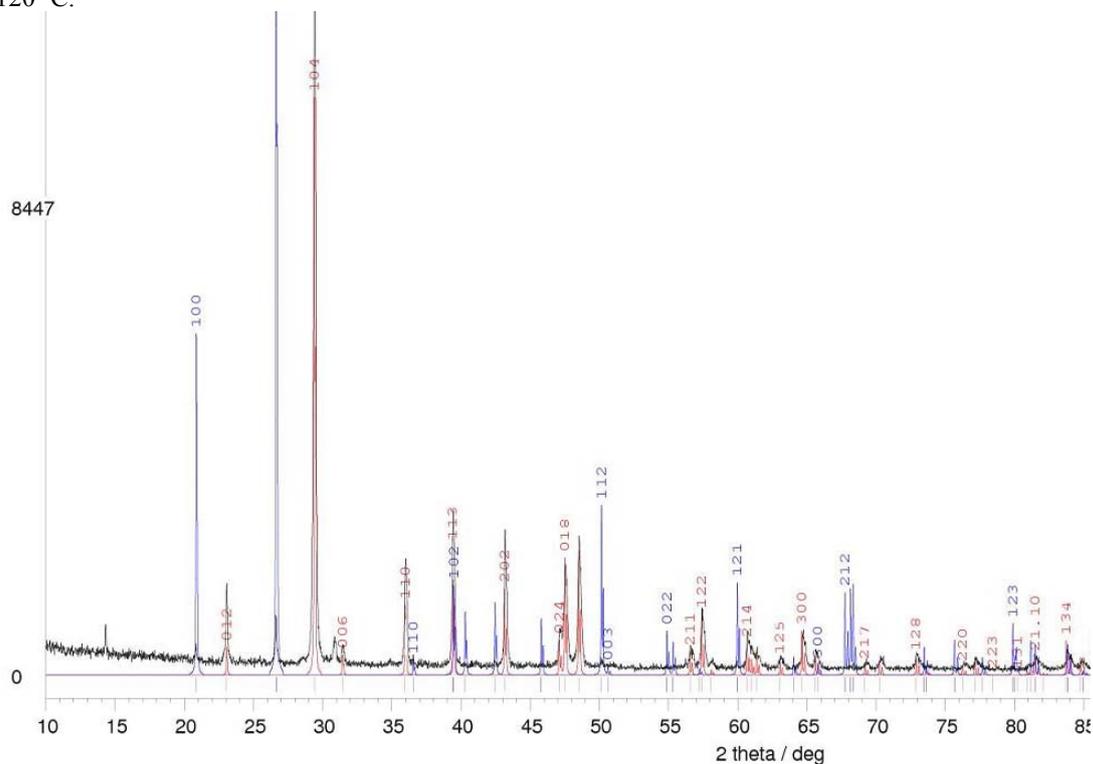


Рис. 1. Рентгенограмма известняка Норильского месторождения

Следующим этапом исследований явилось определение зависимости значения pH от избытка известняка. Результаты данных опытов представлены в таблице 3.

Таблица 3. Влияние избытка известняка на pH водной вытяжки получаемого продукта нейтрализации.

№ п/п	Избыток известняка, % масс.	Значения pH
1	30	4,3
2	40	4,8
3	50	5,3
4	70	5,3

Из таблицы видно, что рекомендуемый избыток известняка составляет 50% масс.

Образцы известняка Норильского месторождения и продукта нейтрализации серной кислоты Норильским известняком были подвергнуты рентгенофазовому анализу с помощью дифрактометра *Shimadzu XRD-7000*, результаты которых представлены на рисунке 1 и 2 соответственно.

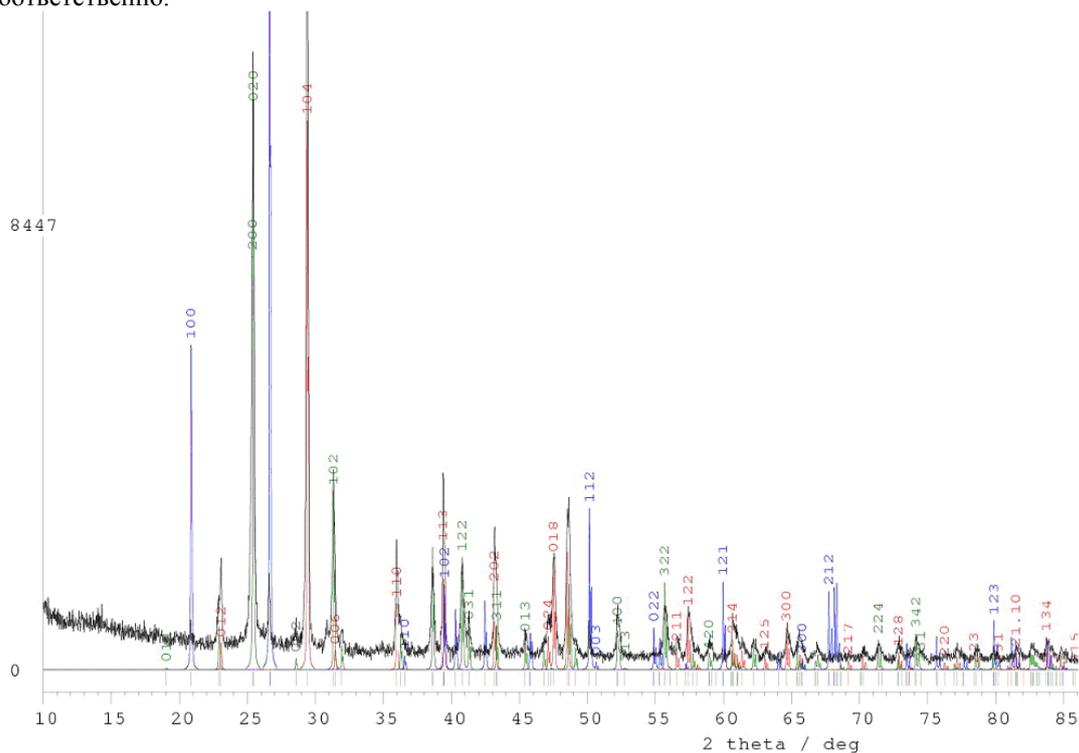


Рис. 2. Рентгенограмма продукта нейтрализации серной кислоты известняком Норильского месторождения.

Как показали результаты РФА, в продукте нейтрализации серной кислоты известняком, который мы назвали кальцитоангидритом, присутствует безводный сульфат кальция – CaSO_4 , а также карбонат кальция CaCO_3 и инертный материал (SiO_2). Полуводного и двуводного сульфата кальция не обнаружено.

Таким образом, можно сделать следующие выводы:

1. Определены следующие условия и режимы получения безводного сульфата кальция, при которых будет происходить полная нейтрализация серной кислоты известняком – время перемешивания 6 минут, температура процесса 120 °С, избыток известняка.
2. Рентгенофазовый анализ показал, что в результате взаимодействия серной кислоты и известняка образовывается безводный сульфат кальция, названный нами кальцитоангидритом, в отличие от известных ранее фторангидрита и фосфоангидрита, и может быть использован для получения закладочных растворов для заполнения шахтных пустот в ОАО «Горно-металлургический комбинат «Норильский никель».

Список литературы

3. Федорчук Ю.М., Цыганкова Т.С. Разработка способов снижения воздействия фтороводородных производств на окружающую среду. Томск: изд-во ТПУ, 2010, 152 с.

4. Воробьев Х.С. Гипсовые вяжущие изделия (Зарубежный опыт) // М.: Стройиздат, 1983. – 232 с.
5. <http://www.textra-vita.com/technology/konserv12.php>

Нечеткое регулирование параметров информационных систем

В.Н. Извеков

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

E-mail izvekovvn@tpu.ru

Рассмотрен процесс нечеткого регулирования для поддержания оптимального режима работы котла ТЭЦ при потере одного из информационных параметров, регулирующих режим работы

В общем случае, информационная система (ИС) предназначена для получения, передачи и обработки измерительной информации. Структурную схему ИС можно иллюстрировать Рис. 1.

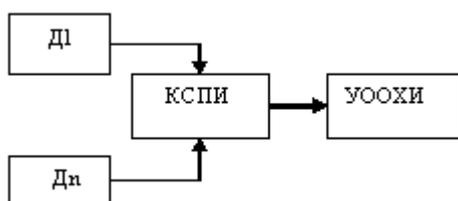


Рис.1. Структурная схема ИС
Д1...Дn – измерительные датчики; КСПИ – канал сбора и передачи информации; УООХИ– устройство обработки, отображения, хранения информации или управления какими-либо оконечными устройствами

При многоканальном процессе получения и обработки информации (когда датчиков несколько) отказ одного из каналов может привести к искажениям в ИС и сбою работы оконечных устройств.

Примером подобной ИС может служить ИС, предназначенная для дистанционного измерения концентраций газовых компонентов в факеле выбросной трубы ТЭЦ с учетом изменения температуры факела для оптимизации режима работы котла.

Структурная схема ИС приведена на Рис. 2.

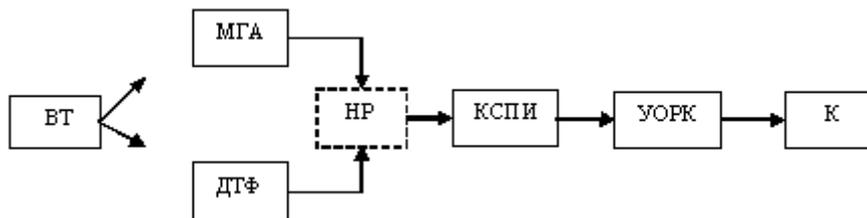


Рис. 2. Структурная схема ИС

ВТ - выбросная труба; МГА - многокомпонентный газоанализатор; ДТФ - датчик температуры факела; КСПИ- канал сбора и передачи информации; УОРК -устройство оптимизации режима котла; К-котел

При установленных (рекомендованных) показаниях МГА и ДТФ режим работы котла оптимален. При отклонениях показаний МГА и ДТФ от установленных (нарушение оптимального режима работы) УОРК оптимизирует режим работы котла.

В общем случае режим работы котла зависит от показаний МГА и ДТФ, т. е.

$$P_k = f(P_{mga}, P_{dtf}),$$

где P_k – режим работы котла, P_{mga} – показания МГА, P_{dtf} – показания ДТФ.

Возможна ситуация, когда один из датчиков выходит из строя, что приводит к искажению информации и нарушению оптимального режима работы котла. Учесть потерю информации от одного из датчиков МГА или ДТФ, т.е. поддерживать техпроцесс в рамках заданных параметров, можно введением в ИС нечеткого регулятора (НР) (Рис. 2).

Принцип действия НР основан на понятиях нечеткой логики [1].

Основные базовые понятия нечеткой логики:

- лингвистическая переменная (ЛП) (любая физическая величина, которая имеет больше значений, чем только ДА или НЕТ);
- терм (множество значений ЛП);
- функция принадлежности (описывает степень принадлежности ЛП к терму);

- нечеткая база знаний (совокупность нечетких правил, определяющих взаимосвязь между входами и выходами исследуемого объекта).

Реализация нечеткого процесса состоит из следующих стадий [2]:

- фаззификация (определение степени уверенности в том, что выходная ЛП принимает значение – конкретный терм);
- нечеткий логический вывод (вычисление значения истинной принадлежности ЛП терму на основании набора правил, т.е. нечеткой базы знаний);
- дефаззификация (преобразование нечеткого набора значений ЛП к точным значениям).

Функциональная схема процесса представлена на Рис. 3.

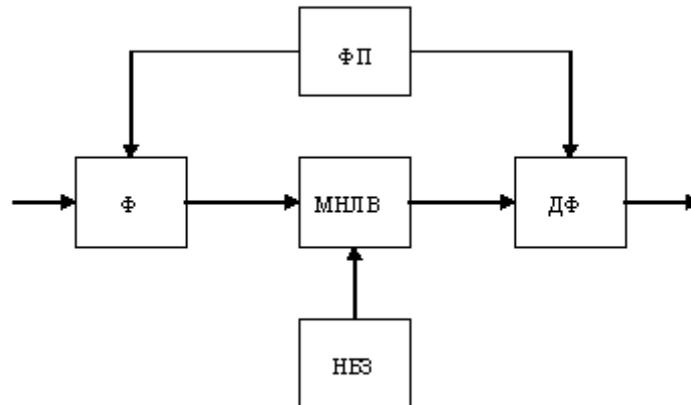


Рис.3. Нечеткий логический вывод

Ф – фаззификатор; ФП – функции принадлежности; МНЛВ – машина нечеткого логического вывода; НБЗ – нечеткая база знаний; ДФ – дефаззификатор

Имея значения и диапазоны заданных значений ЛП (C_i , T) с выбранными функциями принадлежности и базой нечетких правил, в соответствии со схемой Рис.2 можно реализовать НР с заданными параметрами как для случая отсутствия информации (выход из строя датчика) о значении C_i (показания МГА), так и о значении T (показания ДТФ).

Предложенная модель нечеткого регулирования параметров режима котла теплоэнергетических установок позволяет восполнить потерю информации об уровнях влияющих величин на оптимизацию режим котла (при выходе из строя одного из датчиков), т.е. повысить качество процесса сжигания и избежать нештатных ситуаций при эксплуатации.

Список литературы

1. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – Мир, 1976. 168 с.
2. Ефимов А.С., Моренов О.А. Основы нечеткой логики, логико-лингвистические модели. – Материалы семинара ITLab, НГУ, Нижний Новгород, 2004.
3. Способ подготовки смеси воздуха с топливом и ее сжигания в камере сгорания теплоэнергоустановки и устройство для его осуществления. Пат. Рос. Федерации № 211 6574.

Регулирование параметров производственной среды при неопределенности в исходной информации

В.Н. Извеков

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

E-mail izvekovvn@tpu.ru

Рассмотрен процесс нечеткого регулирования для поддержания заданных микроклиматических параметров производственной среды при потере одной из информационных величин, регулирующих режим работы

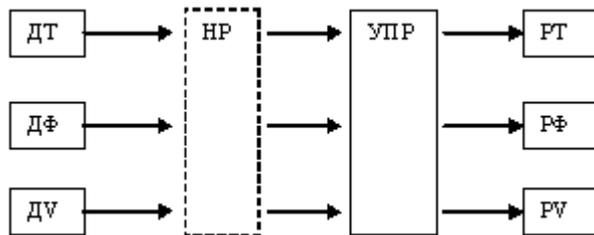
Согласно ряду нормативных документов [1,2] микроклиматические параметры производственной среды (температура – T , влажность – Φ , скорость движения воздуха – V) должны поддерживаться в допустимых пределах.

Эти пределы предполагают некоторый разброс параметров (интервал).

Существует ряд производств (например, производство сверхчистых веществ, кристаллов и пр.) в которых параметры производственной среды должны обеспечиваться и поддерживаться на заданном уровне с очень высокой точностью, от чего зависит качество конечной продукции.

Эта задача решается с помощью программируемых установок кондиционирования параметров производственной среды.

Они обеспечивают заданные параметры, а их контроль осуществляется либо отдельными датчиками либо комбинированными устройствами контроля с передачей информации в устройство регулирования и поддержания постоянства параметров производственной среды кондиционера.



Структурная схема подобной установки может быть проиллюстрирована Рис. 1.

Рис. 1. Структурная схема установки
ДТ – датчик Т; ДФ – датчик Ф; ДV – датчик V;
УПР – устройство принятия решений; РТ – регулятор Т; РФ – регулятор Ф; РV – регулятор V;

В общем случае режим работы кондиционера зависит от информационных параметров датчиков, т. е.

$$P_k = f(T, \Phi, V).$$

Возможна ситуация, когда один из датчиков выходит из строя, что приводит к искажению информации о параметрах производственной среды, нарушению ее заданного состояния и несоответствию качества конечной продукции установленным требованиям.

Учесть потерю информации от одного из датчиков ДТ, ДФ или ДV, т.е. поддерживать техпроцесс в рамках заданных параметров, можно введением в структуру установки нечеткого регулятора (НР) (Рис. 1).

Принцип действия НР основан на понятиях нечеткой логики [3].

Основные базовые понятия нечеткой логики:

- лингвистическая переменная (ЛП) (любая физическая величина, которая имеет больше значений, чем только ДА или НЕТ);
- терм (множество значений ЛП);
- функция принадлежности (описывает степень принадлежности ЛП к терму);
- нечеткая база знаний (совокупность нечетких правил, определяющих взаимосвязь между входами и выходами исследуемого объекта).

Реализация нечеткого процесса состоит из следующих стадий [4]:

- фаззификация (определение степени уверенности в том, что выходная ЛП принимает значение – конкретный терм);
- нечеткий логический вывод (вычисление значения истинной принадлежности ЛП терму на основании набора правил, т.е. нечеткой базы знаний);
- дефаззификация (преобразование нечеткого набора значений ЛП к точным значениям).

Функциональная схема процесса представлена на Рис. 3.

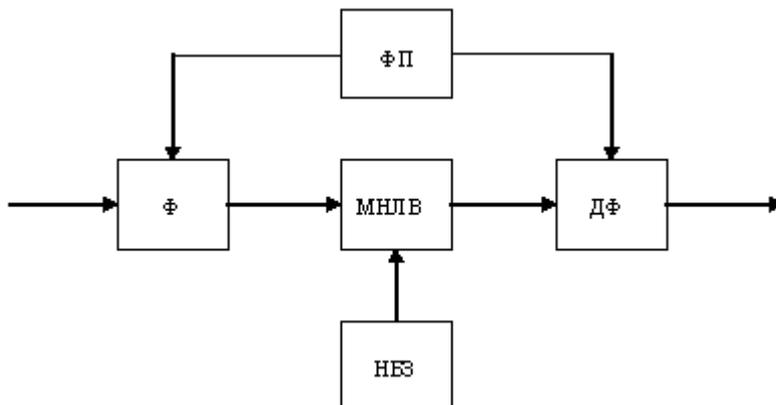


Рис.3. Нечеткий логический вывод
Ф – фаззификатор; ФП – функции принадлежности; МНЛВ – машина нечеткого логического вывода; НЕЗ – нечеткая база знаний; ДФ – дефаззификатор

Имея значения и диапазоны заданных значений ЛП (Т, Ф, V) с выбранными функциями принадлежности и базой

нечетких правил, в соответствии со схемой Рис.3 можно реализовать НР с заданными параметрами для случая отсутствия информации (выход из строя датчика) о значении либо Т либо Ф либо V.

На сегодня существуют многочисленные серийные микросхемные реализации нечетких регуляторов (контроллеров), реализующих схему Рис. 3, которые можно использовать для реализации устройства по схеме Рис. 1.

Предложенная модель нечеткого регулирования постоянства параметров производственной среды позволяет восполнить потерю информации об одном из факторов (при выходе из строя одного из датчиков), т.е. обеспечить поддержание заданных параметров производственной среды и соответствие качества конечной продукции установленным требованиям.

Список литературы:

1. ГОСТ 12.1.005 – 88 (с изм. №1 от 2000 г.) ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (01.01.89).
2. СанПиН 2.2.4.548 – 96. Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
3. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. – Мир, 1976. 168 с.
4. Ефимов А.С., Моренов О.А. Основы нечеткой логики, логико-лингвистические модели. – Материалы семинара ITLab, НГУ, Нижний Новгород, 2004.

Диагностика нанопорошков металлов: тепловые характеристики горения в воздухе

¹Шувалов Г.В., ¹Клековник И.В., ²Ильин А.П., ²Тихонов Д.В., ²Роот Л.О.

¹ФГУП «Сибирский НИИ метрологии», г. Новосибирск, Россия

²Томский политехнический университет, г. Томск Россия

E-mail: genchem@mail.ru

Известно, что диспергирование горючих материалов повышает их горючесть: снижается температура перехода экзотермического окисления в процесс горения, повышается скорость горения, температура в зоне горения и мощность теплового потока, что представляет собой термическую опасность для окружающих материалов [1].

Одной из актуальных проблем в прогнозировании пожаробезопасности является количественное измерение тепловых потоков. При этом необходимо иметь устойчивые к нагреванию датчики тепловых потоков и проводить их измерения. Ранее нами были разработаны 4 параметра термической активности нанопорошков металлов, на которые получены Государственные стандарты [2].

Цель работы: создание прибора, с помощью которого можно измерять мощные тепловые потоки от горящих материалов, в том числе от горящих нанопорошков.

Для решения задачи выбрана схема адиабатического калориметра с водоохлаждающимися приемниками излучения, специальным держателем и термостойкими стенками. Инициирование процесса горения осуществляли с помощью твердотельного лазера. В процессе горения нанопорошков и охлаждения их продуктов сгорания проводилась запись потоков излучения с интервалом через 0,1 с. Данные измерения выводились на компьютер в процессе измерения в реальном масштабе времени. Особенностью нанопорошков является неоднозначность их характеристик: наблюдаются флуктуации плотности, энергонасыщенности и, как следствие, разброс показаний параметров горения нанопорошков. Различные по природе нанопорошки характеризуются своими специфическими параметрами горения. Например, нанопорошок алюминия сгорает в две стадии, которые различаются по длительности, температуре в зоне реакции и по величине тепловых потоков.

Нанопорошки молибдена, алюминия, никеля, титана, меди и вольфрама получали на опытно-промышленной установке УДП-4Г, принципиальная схема которой показана на рис.1 Установка работает следующим образом. От высоковольтного источника питания 1 заряжается емкостной накопитель энергии 2. Механизм подачи проволоки 3 обеспечивает автоматическую подачу взрываемого отрезка проволоки 4 между двумя электродами 5 и 11.

При достижении проволокой пробивного промежутка до высоковольтного электрода 5 срабатывает коммутатор 6, происходит разряд емкостного накопителя на этот отрезок проволоки – и он взрывается. Образовавшийся порошок собирается в накопителе 7. Отделенный от порошка газ с помощью вентилятора 8 подается в камеру. Объем разрядной камеры 9 перед работой

вакуумируется, а затем заполняется газовой атмосферой. Эти функции выполняет система газового снабжения 10. В качестве газовой атмосферы при производстве нанопорошков металлов использовался аргон. Давление рабочего газа во взрывной камере установки составляло $1...3 \cdot 10^5$ Па. После получения проводилось пассивирование нанопорошков медленным окислением компонентами воздуха.

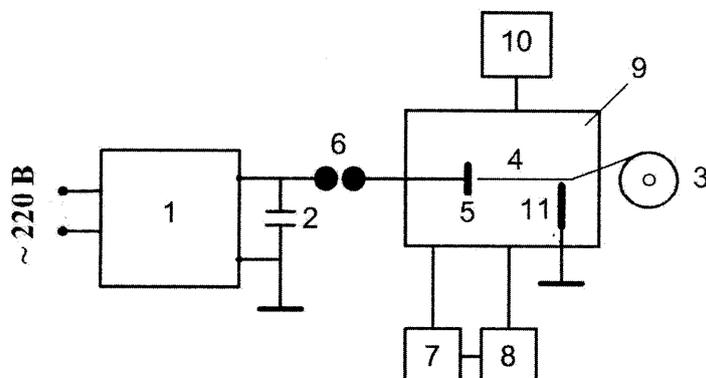


Рис. 1. Принципиальная схема установки УДП-4Г для производства нанопорошков с помощью ЭВП: 1 – источник питания; 2 – накопитель энергии; 3 – механизм подачи проволоки; 4 – взрывающийся проводник; 5 – высоковольтный электрод; 6 – коммутатор; 7 – накопитель нанопорошка; 8 – вентилятор; 9 – взрывная камера; 10 – система газового снабжения; 11 – заземленный электрод.

Измерение тока в контуре проводилось с помощью омического шунта и цифрового запоминающего осциллографа. Напряжение на взрывающемся проводнике измерялось с использованием омического делителя напряжения. Электрический взрыв проводников осуществляли в режиме «быстрого взрыва» с бесконечной паузой тока или с дуговой стадией. Энергетические параметры электровзрыва регулировались путем изменения зарядного напряжения, величины зарядной емкости или длины взрывающегося проводника. Величина удельной введенной в проводник энергии (e) принимала значения от 0,8 до $1,0e_c$ (e_c – энергия сублимации материала проводника), а энергии дуговой стадии (e_d) – от 0,2 до $1,6e_c$. Параметры электрического контура установки: емкость батареи конденсаторов $C = 2,32$ мкФ; напряжение зарядки накопителя энергии $U = 19...29$ кВ; индуктивность разрядного контура $L = 0,58$ мкГн.

Полуколичественный фазовый анализ состава полученных нанопорошков проводили с помощью рентгеновского дифрактометра Shimadzu XRD-7000 с использованием $Si_{K\alpha}$ -излучения трубки. Дисперсность и форму частиц определяли с помощью растрового микроскопа JSM-7500FA (Jeol). Определение площади удельной поверхности порошков осуществлялось с помощью метода низкотемпературной адсорбции азота (метод БЭТ). Функции распределения частиц порошка по диаметру были получены с помощью анализатора «Mastersizer 2000». Химическую активность порошков исследовали с помощью термического анализа, включающего термогравиметрию (ТГ) и дифференциально-термический анализ (ДТА). В работе использовали совмещенный термоанализатор ТГА/ДСК/ДТА SDT Q600 научно-аналитического центра Томского политехнического университета. Анализ проводили в режиме линейного нагрева в интервале температур $20...1200$ °С со скоростью нагрева 10 град./мин в атмосфере воздуха.

Таблица 1. Характеристики нанопорошков алюминия, полученных методом ЭВП.

Образец	Удельная площадь поверхности, м ² /г	Содержание алюминия, % масс.	Температура начала окисления, °С	Уровень окисленности, %	Условный тепловой эффект, отн.ед.
Al-30	10,8±0,3	88,0±1,4	540	27,4	3,9
Al-28	9,9±0,3	87,9±0,3	530	28,6	5,5
Al-26	9,9±0,9	88,1±1,1	550	26,5	3,7
Al-24	9,3±0,3	88,5±0,9	540	35,4	2,9
Al-22	8,8±0,25	90,9±0,8	550	39,1	3,3
Al-20	6,7±0,2	90,0±0,6	540	31,3	3,1
Al-18	7,7±0,25	91,0±0,7	550	28,3	2,9

Согласно полученным результатам (табл.1) с увеличением напряжения на взрываемом проводнике алюминия дисперсность нанопорошков увеличивается, но при напряжении 28-30 кВ дисперсность достигает максимума ($10 \text{ м}^2/\text{г}$). Максимальный тепловой эффект проходит через максимум, и при увеличении напряжения с 28 до 30 кВ снижается, что, вероятно, связано с высокой активностью и спеканием нанопорошка.

В отличие от взрыва алюминиевого проводника для взрыва проводника из меди, активность нанопорошка меди (табл.2) возрастает быстрее и достигает максимума уже при напряжении на проводнике 26 кВ. Изменение теплового эффекта не так существенно, как для нанопорошка алюминия, но величина теплового эффекта имеет тенденцию к росту.

Необходимо отметить, что для обеих серий нанопорошков температура начала окисления практически не изменяется: для нанопорошка алюминия она составляет $530...550 \text{ }^\circ\text{C}$, а для нанопорошка меди – $160...170 \text{ }^\circ\text{C}$, то есть она практически не зависит от дисперсности нанопорошков. Электрический взрыв проводников представляет собой действие энергии высокой плотности мощности на металлы. С повышением напряжения, подаваемого на проводник введенная в проводник энергия увеличивается, что приводит к повышению активности, получаемых нанопорошков. Активность нанопорошков возрастает до определенного предела, после которого наблюдается спекание нанопорошков в процессе их пассивирования: для нанопорошка алюминия – это 28 кВ, а для меди – 26 кВ.

Таблица 2. Характеристики нанопорошков меди, полученных методом ЭВП.

Образец	Удельная площадь поверхности, $\text{м}^2/\text{г}$	Температура начала окисления, $^\circ\text{C}$	Уровень окисленности, %	Условный тепловой эффект, отн.ед.
Cu-30	$6,2 \pm 0,2$	165	20,1	1,5
Cu-28	$8,2 \pm 0,2$	170	19,4	1,4
Cu-26	$10,2 \pm 0,3$	170	19,6	1,6
Cu-24	$5,7 \pm 0,2$	160	18,7	1,5
Cu-22	$3,8 \pm 0,2$	170	19,8	1,5
Cu-20	$3,7 \pm 0,3$	170	20,8	1,4
Cu-18	$3,9 \pm 0,1$	170	20,6	1,2

Разработанный прибор для измерения тепловых потоков от горящих материалов получил название «Термомер-1». Эксперименты по измерению тепловых потоков от горящих нанопорошков многократно дублировали (не менее 6 раз) и рассчитывали в $\text{Вт}/\text{м}^2$. Полученные величины тепловых потоков коррелировали со стандартными значениями энтальпии образования соответствующих оксидов.

Выводы

1. Разработан и изготовлен прибор для измерения тепловых потоков от горящих материалов получил название «Термомер-1».
2. Проведены испытания прибора «Термомер-1» при использовании в качестве объекта испытаний нанопорошков металлов: молибдена, алюминия, никеля, титана, меди, вольфрама и сплава никель-хром.
3. Разработанный прибор «Термомер-1» рекомендуется для использования при тестировании горючих материалов, в том числе нанопорошков металлов.

Список литературы:

1. Громов А.А., Хабас Т.А., Ильин А.П. Горение нанопорошков металлов.– Томск: Дельтаплан, 2008.–383 с.
2. Свидетельства от 30 декабря 2009 года на государственные стандартные образцы: №1078/2 «Теплового эффекта окисления нанопорошков металлов»; №1079/2 «Степени окисленности нанопорошков металлов»; №1080/2 «Температуры начала окисления нанопорошков металлов»; №1081/2 «Относительного содержания размерных фракций нанопорошка алюминия в диапазоне 50-500 нм». Стандарты разработаны ФГУП «СНИИМ», г. Новосибирск и ГОУ ВПО ТПУ ОСП «НИИ ВН», г. Томск.

Способ измерения емкости ДЭС и УЭП водных растворов с использованием источника тока по форме напряжения на кондуктометрической ячейке*А.Г. Кагиров, К.В. Сесь**Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**E-mail: kagirov@tpu.tpu*

Проведено измерение проводимости водного раствора KCl с использованием источника тока по форме напряжения на кондуктометрической ячейке. Получены осциллограммы напряжений кондуктометрической ячейки с масштабом 20 мВ/дел и 100 мкс/дел, при измерении проводимости растворов KCl разной концентрации, а именно 0.01 М и 1 М. Замечено, что происходит не только уменьшение среднего за период значения напряжения на кондуктометрической ячейке, но и изменение формы сигнала. Полученные данные свидетельствуют о том, что для увеличения точности измерений коммутируются различные образцовые сопротивления. Разработана схема измерения проводимости растворов с использованием источника переменного напряжения с регулируемой амплитудой, а также образцовых резисторов, коммутируемых в резистивном делителе.

Контактная кондуктометрия – один из наиболее универсальных и совершенных методов исследования физико-химических характеристик различных систем и в первую очередь растворов электролитов. Наряду с широким использованием в лабораторной практике кондуктометрические методы находят известное применение в промышленности [1–3], позволяя непрерывно контролировать и регулировать производственные процессы с помощью относительно несложных устройств. Методами кондуктометрии определяют многие физико-химические характеристики растворов, определяющие как их равновесные свойства, так и кинетику протекающих в растворах реакций, проводят количественный анализ растворов [4, 5]. Современная кондуктометрия – это совокупность большого числа методов измерения преимущественно активной составляющей импеданса ячейки, которая определяется электропроводностью электролитов, находящихся в ячейке.

Большинство современных кондуктометров реализуют контактный метод измерения на низкой частоте (до 40–50 кГц). Теория бесконтактных методов разработана к настоящему времени в меньшей степени, чем теория контактной кондуктометрии. В некоторых случаях, несмотря на высокую чувствительность измерений современной бесконтактной аппаратуры, это вносит неопределенность в интерпретацию результатов измерения при дальнейших расчетах удельной проводимости по измеренному значению тока или напряжения. При оценке достоверности результатов измерения контактным или бесконтактным методом первому из них отдается предпочтение, особенно при абсолютных измерениях [6, 7]. Всё большее число кондуктометров становятся микропроцессорными, имеют нормированный электрический выходной сигнал, цифровую форму индикации показаний, позволяют проводить измерение температуры исследуемой жидкости и приводить результаты измерения к температуре 20 или 25°C.

Простота схемотехнических решений, приводит к удешевлению приборов, уменьшению их габаритов и энергопотребления, однако при этом уменьшается диапазон измерения проводимости кондуктометров. Наиболее часто применяются схемы прямого преобразования переменного тока кондуктометрической ячейки в постоянное напряжение, и дальнейшего его измерения в аналогово-цифровом преобразователе. Естественным недостатком вышеописанной измерительной схемы является увеличение погрешности измерения при малой удельной проводимости раствора.

Целью настоящей работы является разработка более совершенного способа повышения точности измерения проводимости растворов.

Для повышения точности измерения применяют либо несколько ячеек с различной поверхностью электродов, либо одну кондуктометрическую ячейку с подвижными электродами. В этом случае обеспечивается заданная погрешность измерения во всем интервале измеряемых значений проводимости за счет изменения параметров кондуктометрической ячейки. Однако такой способ приводит к увеличению стоимости конечного прибора.

Анализируя способы повышения точности измерения, мы выяснили, что повысить точность измерения в случае мостовой или полумостовой схемы также можно используя различные номиналы образцовых резисторов. Однако этот способ требует нормировки выходного значения напряжения на кондуктометрической ячейке, иначе напряжение на электрохимической ячейке будет сильно зависеть от проводимости раствора, что в конечном итоге приведет к большой погрешности на крайних диапазонах измерения. На рис. 1 изображены осциллограммы

напряжений с масштабом 20 мВ/дел и 100 мкс/дел. Осциллограмма а) соответствует измерению проводимости раствора 0.01 М КСl, осциллограмма б) – концентрации 1 М.

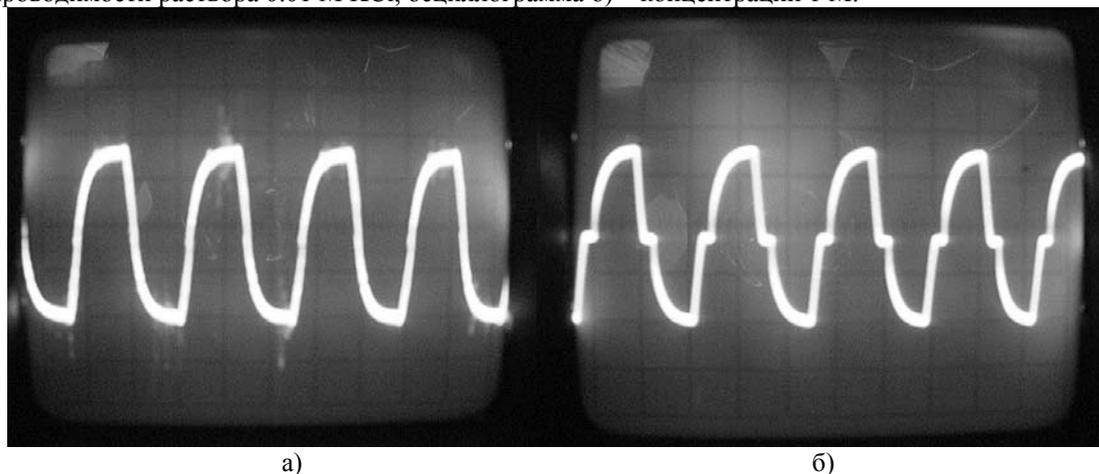


Рис. 1. Осциллограммы напряжений кондуктометрической ячейки при измерении проводимости растворов КСl а) 0.01 М и б) 1 М .

Из анализа осциллограмм видно, что происходит не только уменьшение среднего за период значения напряжения на кондуктометрической ячейке, но и изменение формы сигнала, что, очевидно, в конечном итоге приводит к большим погрешностям измерений в начале и конце диапазона измерения проводимости.

Для достижения поставленной цели нами предлагается схема измерения (рис.2), при которой обеспечивается нормированное выходное напряжение на электрохимической ячейке, а также заданная точность измерения проводимости как при измерении проводимости концентрированных, так и разбавленных растворов. Отличие этого метода от традиционных методов повышения точности заключается в использовании источника переменного напряжения с регулируемой амплитудой, а также образцовых резисторов, коммутируемых в резистивном делителе.

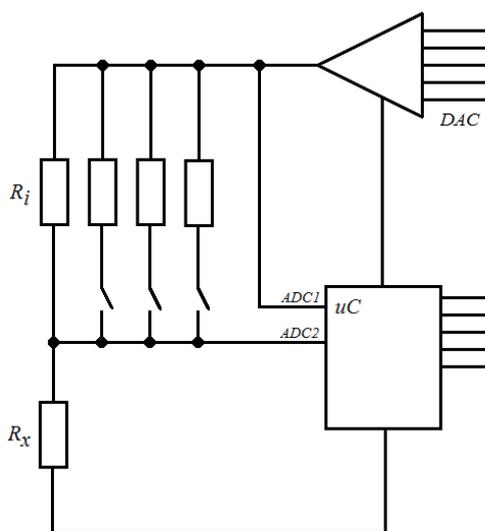


Рис. 2. Электрическая принципиальная схема кондуктометра

R_i – образцовое сопротивление; R_x – измеряемое сопротивление раствора; ADC1- первый аналогово-цифровой преобразователь; ADC2- второй аналогово-цифровой преобразователь; DAC- резистивный двигатель.

Напряжение с генератора подается на резистивный делитель, образованный известным сопротивлением и кондуктометрической ячейкой (рис. 2). Первый аналогово-цифровой преобразователь (АЦП) измеряет переменное напряжение непосредственно на кондуктометрической ячейке, второй АЦП измеряет напряжение источника. При таком

подключении связь между напряжением источника и напряжением на кондуктометрической ячейке выражается формулой (1):

$$V_x = \frac{V_0}{R_x + R_i} R_x, \quad R_x = \frac{R_i}{\frac{V_0}{V_x} - 1}, \quad (1)$$

где V_x – напряжение на кондуктометрической ячейке, R_i – образцовое сопротивление, V_0 – напряжение источника, R_x – измеряемое сопротивление раствора.

Для того, чтобы ячейка работала при определенном фиксированном напряжении (пусть $V_x = 100$ мВ) АЦП непрерывно измеряет текущее её значение и передает сигнал в центральный процессор. Постоянство напряжения на кондуктометрической ячейке обеспечивается следующим: при условии $V_x > 100$ мВ процессор передает сигнал об уменьшении амплитуды источника напряжения, при $V_x < 100$ мВ — об увеличении, до тех пор пока не выполнится условие $V_x = 100$ мВ. Далее второй АЦП измеряет напряжение источника, а сигнальный процессор пересчитывает сопротивление раствора по образцовому сопротивлению и значению двух АЦП по формуле (1).

Полученные данные свидетельствует о том, что при использовании одного образцового сопротивления (R_i) невозможно получить высокую точность измерения в большом диапазоне концентраций растворов. Для увеличения точности измерений коммутируются различные образцовые сопротивления. Ниже приведена таблица 1 «Диапазон измерения проводимости растворов» с относительной погрешностью измерения не более 1 % при измерении напряжения 11-битными АЦП.

Таблица 1. Диапазон измерения проводимости растворов

L	R_x	R_i	V_0	I
0,03...1 См	1...30 Ом	47 Ом	0.25...5 В	100 мА
1...30 мСм	30...1000 Ом	1.5 кОм		3 мА
0.03...1 мСм	1...30 кОм	47 кОм		0.1 мА
1...30 мкСм	0.03...1 МОм	1.5 МОм		3 мкА

Так как коррозионная стойкость материала является необходимым, но ещё недостаточным условием использования этого материала в качестве электрода контактной кондуктометрической ячейки, на электроде должна обратимо протекать электродная реакция с достаточно высоким значением плотности тока обмена, в частности, при измерении проводимости раствора КСl, реакция адсорбции–десорбции водорода [8]. Поэтому в контактной кондуктометрии применяют в основном платину или нержавеющую сталь, а такой коррозионностойкий металл, как золото, не используют при определении проводимости стандартных растворов.

Ввиду большой стоимости платины, кондуктометрическая ячейка, используемого в эксперименте кондуктометра, была изготовлена из нержавеющей жаропрочной стали марки 08X18H10T. В результате измерения удельной проводимости растворов КСl с концентрацией 0.01–1 М вышеизложенным способом относительная погрешность не превысила 5 % при температуре 25 °С.

В результате проведённого исследования можно сделать вывод о том, что разработанный способ имеет преимущества перед традиционными способами измерения проводимости, так как не требует подключения кондуктометрических ячеек с различными параметрами и обеспечивает одинаковую погрешность измерения в заданном измерительном диапазоне.

Список литературы:

1. Мухин В.А., Реутова О.А., Яцкевич Т.В., Белых Н.А., Доронина С.А., Ускова С.С. // Вестник Омского университета . 2010. № 2. С. 113-116
2. Павловский В.А. // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки . 2005. № 33. С. 255-257.
3. Килимник А.Б., Ярмоленко В.В. // Вестник Тамбовского государственного технического университета. 2007. Т. 13. № 1. С. 51-56.
4. Шелохостов В.П., Чернышев В.Н., Шелохостов Р.В., Макачук М.В. // Контроль. Диагностика. 2008. № 3. С. 36-45.
5. Лыгач В.Н., Семенов Ю.В. // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2004. № 7. С. 320-323.

6. Голубева Л.В., Титов С.А., Довгун Н.П. // Хранение и переработка сельхозсырья. 2010. № 12. С. 30-32.
7. Корпусов О.В., Свинцов И.В., Липчанский А.А., Свинцов В.Я. // Датчики и системы. 2006. № 7. С. 7-11.
8. Грилихес М.С., Филановский Б.К. Контактная кондуктометрия: Теория и практика метода. – Л.: Химия, 1980. – 176 с.

УДК: 574.632:539.163

Радиоактивное загрязнение хариуса сибирского в реке Енисей*А.Д. Карпов, А.Я. Болсуновский**Институт биофизики СО РАН, г. Красноярск, Россия**E-mail: kasta_anton@mail.ru*

В статье описаны результаты радиоэкологического исследования хариуса сибирского в реке Енисей, в зоне влияния Горно-химического комбината г. Железногорска. В биомассе рыб была определена общая α - и β -активность, проведена оценка концентрации в них природных радионуклидов урана и тория, выявлено содержание γ -излучающих техногенных радионуклидов.

Река Енисей является одной из крупнейших рек мира и загрязнена радионуклидами как техногенного, так и природного происхождения. Источником поступления в Енисей техногенных радионуклидов на протяжении последних 50 лет являлся Горно-химический комбинат (ГХК) Росатома, расположенный в г. Железногорске Красноярского края. Ранее ГХК использовал воду р. Енисей для охлаждения прямоточных реакторов. Не смотря на то, что последний работающий реактор ГХК был остановлен в апреле 2010 г., в воде, донных отложениях и гидробионтах реки Енисей продолжают детектироваться техногенные радионуклиды, хотя их разнообразие и максимальная активность существенно снизились [1,2,3]. Источником поступления в воду природных радионуклидов служат различные радиоактивные аномалии, а также месторождения природных ископаемых, расположенные в бассейне реки Енисей.

Важной проблемой радиоэкологии является перенос радионуклидов по водной трофической цепи. Накопление радионуклидов в биомассе водных организмов, в том числе и рыб, может стать причиной их попадания в организм человека.

Цель данной работы - оценка содержания радионуклидов в ихтиофауне реки Енисей в зоне влияния ГХК.

Материалы и методы

В качестве объекта исследования использовался хариус сибирский (*Thymallus arcticus*), отобранный в период лето – осень 2010 г. в районе санитарно-защитной зоны ГХК (район села Хлопуново). Перед проведением исследований хариус был разделен на 8 фракций: головы, жабры, кожа, чешуя, плавники, мышцы, кости и внутренние органы, после чего они высушивались в сушильном шкафу, а затем озолялись в муфельной печи при температуре 450° С. Содержание радионуклидов в биомассе рыб определялось тремя методами: 1) регистрация общей α - и β -активности; 2) определение активности γ -излучающих радионуклидов; 3) определение содержания природных радионуклидов, таких как уран и торий. Все результаты рассчитывались на сухую массу фракций хариуса или целой рыбы. Для определения активности γ -излучающих радионуклидов использовался γ -спектрометр компании Canberra (США) со сверхчистым германиевым детектором. Регистрация общей α - и β -активности проводилась при помощи альфа-бета радиометра УМФ-2000 (Россия).

Результаты и обсуждения

Во время работы реакторов ГХК, основным β -излучающим техногенным радионуклидом, поступающим в воду реки Енисей, являлся короткоживущий техногенный радионуклид - ^{32}P [4,5]. Его период полураспада составляет 14,3 дня, в связи с чем идентификация его в пробах осуществлялась путем математических расчетов экспоненциального изменения с течением времени общей β -активности. После остановки реактора ГХК (в апреле 2010 года) полученные нами результаты не выявили снижения общей β -активности в пробах хариуса, что свидетельствует о том, что ^{32}P перестал поступать в Енисей. Согласно полученным результатам, максимальная удельная β -активность зарегистрирована в коже хариуса (540 Бк/кг). В остальных фракциях, удельная β -активность была несколько ниже (во внутренних органах – 410 Бк/кг, в мышцах – 360 Бк/кг, в жабрах – 310 Бк/кг, в костях – 250 Бк/кг, в головах – 200 Бк/кг, в чешуе и плавниках – 130

Бк/кг). Удельная β -активность на одну целую рыбу составила 330 Бк/кг. На основании данных расчетов абсолютной суммарной β -активности во фракциях одной рыбы было установлено, что максимальная β -активность накапливается в мышцах (12 Бк), а минимальная – в плавниках (0,23 Бк). Достоверно зарегистрировать α -активность удалось только во внутренних органах (0,34 Бк/кг). В остальных фракциях α -активность была меньше МДА.

Для того чтобы объяснить полученные результаты общей α - и β -активности, были проведены исследования γ -спектрометрического анализа фракций хариуса, а также анализ содержания в них природных радионуклидов. Результаты γ -спектрометрического анализа выявили присутствие в пробах хариуса ряда техногенных радионуклидов, таких как ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{137}Cs и природного радионуклида ^{40}K . В жабрах хариуса зарегистрирована максимальная концентрация ^{65}Zn (970 Бк/кг) и ^{137}Cs (960 Бк/кг), а в коже – ^{60}Co (60 Бк/кг) и ^{40}K (2370 Бк/кг). Эти результаты могут свидетельствовать о доминировании водного пути поступления радионуклидов в организм рыбы. Однако полученные значения содержания техногенных радионуклидов не превышают установленных нормативов для потребления человеком рыбы. Удельная активность ^{40}K , рассчитанная на одну рыбу, составила 540 Бк/кг, что несколько выше удельной β -активности одного экземпляра рыбы, рассчитанной по измерениям общей β -активности (330 Бк/кг). Очевидно, что основной вклад в общую β -активность проб хариуса вносит именно ^{40}K , однако полученная столь существенная разница требует проведения дополнительных уточняющих исследований.

Для отдельных фракций хариуса (мышцы, кости и внутренние органы) было установлено содержание в них природных радионуклидов урана и тория. Максимальная концентрация урана в мышцах составила 0,148 мг/кг, во внутренних органах – 0,43 мг/кг. Зарегистрировать уран в костях хариуса не удалось. Концентрация тория составила: в мышцах – 0,007 мг/кг, во внутренних органах – 0,61 мг/кг, и в костях – 0,087 мг/кг. При расчете абсолютного содержания радионуклидов в одной рыбе установлено, что в мышцах урана содержится 0,0033 мг, во внутренних органах – 0,0032 мг; а тория в мышцах содержится 0,00012 мг, во внутренних органах – 0,0045 мкг, и в костях – 0,00013 мг.

Присутствие в органах хариуса природного урана, который является α -излучающим радионуклидом, свидетельствует о том, что в биомассе хариуса содержится α -активность. Однако измерения общей α -активности проб хариуса показали, что α -активность была зарегистрирована только во внутренних органах (0,34 Бк/кг), где также было выявлено и максимальное содержание урана. Для других органов хариуса, где содержится уран, определить общую α -активность достоверно не удалось. Это связано с недостаточной чувствительностью использованного прибора.

Заключение

Содержание радионуклидов в биомассе хариуса сибирского является одним из показателей загрязнения водной экосистемы, в которой он обитает. В связи с тем, что экосистема реки Енисей содержит радионуклиды не только природного, но и техногенного происхождения, оценка их содержания в пробах гидробионтов требует разных методов. В данной работе впервые был применен комплексный подход с использованием трех методов: измерение общей α - и β -активности, измерение активности γ -излучающих радионуклидов и содержания природных радионуклидов урана и тория. Регистрация общей α - и β -активности выявила, что максимальная удельная β -активность накапливается в коже хариуса (540 Бк/кг) и его внутренних органах (410 Бк/кг). Достоверно определить α -активность удалось лишь во внутренних органах (0,34 Бк/кг), в остальных фракциях ее значение оказалось меньше МДА. Также в отдельных частях хариуса, таких как мышцы, кости и внутренние органы, была определена концентрация природных радионуклидов урана и тория. Максимальное содержание урана было отмечено во внутренних органах, где и была зарегистрирована общая α -активность. Результаты γ -спектрометрического анализа биомассе хариуса показали содержание таких радионуклидов, как ^{40}K , ^{60}Co , ^{65}Zn , ^{137}Cs . Максимальные значения активности радионуклидов в коже и жабрах свидетельствуют о доминировании водного пути поступления радионуклидов в организм рыбы. Полученные значения содержания техногенных радионуклидов в пробах хариуса не превышают установленных нормативов для потребления человеком рыбы.

Список литературы:

1. Бондарева Л.Г., Болсуновский А.Я., Трапезников А.В., Дегерменджи А.Г. Использование новой методики концентрирования трансурановых элементов в пробах воды реки Енисей. // ДАН. 2008. – Т. 423. – №4. – С. 479-482
2. Зотина Т.А., Трофимова Е.А., Каглян А.Е., Болсуновский А.Я., Гудков Д.И. Распределение техногенных радионуклидов в организме рыб из р. Енисей (Россия) и водоемов зоны

- отчуждения Чернобыльской АЭС (Украина). // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. 2010. – №1 (12). – С. 91-94.
3. Болсуновский А.Я., Медведева М.Ю., Александрова Ю.В. Интенсивность накопления радионуклидов в биомассе водных растений реки Енисей. // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2011. – Т. 13 №1(4). – С. 776-779.
 4. Паньков Е.В., Болсуновский А.Я., Пименов Е.В. Содержание радионуклидов и мощности доз облучения отдельных видов ихтиофауны реки Енисей. / Доклады IV международной конференции «Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде», Семипалатинск – 2006. – Т. 1– С. 357-361.
 5. Карпов А.Д. Содержание техногенных радионуклидов в гидробионтах реки Енисей. / Материалы XIV Международной научной школы-конференции студентов и молодых ученых «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий», Абакан – 2010. – Т. 2. – С. 13-14.

Геологические, экологические и политические аспекты хранения и захоронения ядерных материалов

Е.В. Комлева

Дортмундский технический университет, г. Дортмунд, Германия

В сфере энергетики продолжено рассмотрение взаимосвязи нефтегазового бизнеса и международных проектов долговременного хранения ядерных материалов. Представлены российские варианты создания ядерных хранилищ и сопутствующих геологических оценок. В частности, для Северо-запада России.

Комплексные, в сфере энергетики, интересы Германии на Севере Европы (прежде всего, - на европейском Севере России) сосредоточены, в основном, вокруг двух проблем: газ Штокмановского месторождения и долговременные хранилища ядерных материалов. В перспективе ядерное хранение имеет мотивацию трансформироваться в прямое захоронение. Эти интересы и проблемы определяют и соответствующие ракурсы, прежде всего, российско-германской интеллектуально-прагматической деятельности в регионе. Определенным благом для региона является то, что международную деятельность сейчас можно фокусировать через “оптику” важных исторических событий и тенденций.

Как уже отмечалось, осмысление международными усилиями проблемы долговременного хранения ядерных материалов полезно в поле образа SAMPO [1]. И не только теоретическое. И в том смысле, чтобы сферы влияния ядерных и нефтегазовых объектов в идеале территориально не перекрывались. Сопутствующая шельфовой, например, береговая инфраструктура при разработке Штокмана запланирована от Кольского залива до Териберки.

Ситуацию “подогревает” решение Б. Обамы через 22 года с начала строительства и после затрат в 9 миллиардов долларов прекратить реализацию проекта “путеводной звезды”, прототипа многих подобного рода строек – национального хранилища высокоактивных материалов Yucca Mountain. А также – появившиеся раньше в условиях глобализации мировой экономики идея и проекты интернационализации последней стадии обращения с ядерными отходами, их надежной изоляции от биосферы. Возникают конкретные вопросы “как?” и “где?” Особенно после вступления в силу американо-российского Соглашения № 123, открывающего странам возможность “обмена” ядерными материалами.

Одним из авторов работ, способствовавших отмене некачественного с научной точки зрения проекта подземного ядерного хранилища Yucca Mountain, является новосибирский геолог и спелеолог с украинскими “корнями” Ю.В. Дублянский (Jurі Dublyansky, www.uibk.ac.at). Уникальная ситуация: его общая эрудиция и знания в сфере инженерной геологии и гидрогеологии, низкотемпературных гидротермальных процессов, изотопных исследований значимо повлияли на формирование решения ведущей ядерной страны относительно места размещения природно-техногенного, с элементами самоорганизации объекта, безопасно функционировать который по нормативам должен не менее десяти тысяч лет. А косвенно возможно ожидать отложенное влияние на общечеловеческое будущее ядерной проблематики. Он, кроме того, нелицеприятно охарактеризовал стиль собственных геологических обоснований таких объектов российскими и американскими ядерными ведомствами и финансирования ими независимых оценок.

После закрытия проекта Yucca Mountain, фукусимской катастрофы и приостановки эксплуатации ряда АЭС Японии обострились споры по главному вопросу ядерных технологий -

хранения выведенных из оборота гражданских и военных ядерных материалов. Также возможен возврат интереса к небольшим подземным АЭС или гибридам подземной АЭС и подземного хранилища. Напомним, что в Японии внешних воздействий с катастрофическими последствиями не выдержали не только реакторы, но и приреакторные хранилища (бассейны выдержки) отработавшего ядерного топлива. Заслуживает внимания мнение, что вскрытая проблема серьезной уязвимости хранимого топлива – главный урок Фукусимы (например, [2]).

Необходимо учитывать явное стремление западных стран повысить контроль над легкодоступными углеводородами Ближнего Востока и Африки. Грядут также серьезные изменения на рынке, обусловленные сланцевым газом. Вследствие чего внимание Запада к российским нефтегазовым регионам с суровым климатом может временно уменьшиться. Как необходимо учитывать и “постфукусимское цунами” решений о закрытии европейских АЭС. Например, в Германии, где глобальной значимости решение было принято по результатам работы специально созданной после Фукусимы Комиссии по этике (!), состоящей из представителей не только инженерных и естественных наук, но и гуманитарно-духовной сферы (http://de.wikipedia.org/wiki/Ethikkommission_f%C3%BCr_eine_sichere_Energieversorgung). Логическим продолжением этих решений следует считать меры по сверхплановому демонтажу станций с наработкой больших объемов дополнительных отходов. Кроме того, европейские ядерщики будут искать работу в Китае или России. Кстати, это соответствует общей стратегии, например, Германии в сфере международного разделения труда. Когда тяжелая промышленность и опасные виды производства переносятся в развивающиеся страны, а внутри Германии стимулируется современная наукоемкая промышленность, относительно малозатратная по ресурсам.

Осмысление SAMP&Co может способствовать формированию составной усиливающей части региональных и общероссийских программ создания технологической платформы “Инфраструктура Арктики”. В условиях, когда независимые оценки ([3,4]; участники телепередачи “В фокусе” на канале РБК от 9.03.11 и 23.03.11) показывают отсутствие стабильной и позитивной тенденции относительно развития нефтегазового бизнеса в Арктике. Как и реалии провалов в 2011г. попыток Роснефти найти партнеров для работы в Арктике и Газпрома наконец-то обнародовать план инвестиций в Штокман. А также (на примере проектов “Сахалин-1,2”, [5]) приводят к выводу, что надежды на привлекательность освоения шельфа и для сухопутной экономики сопряженного региона не всегда сбываются. Эти оценки экспертов не противоречат показателю “от народа”: жителей Мурманской области стало меньше.

Россия имеет национальное наземное долговременное хранилище плутония на площадке ПО “Маяк”. Связанные, прежде всего, с высокой концентрацией опасного вещества на земной поверхности потенциальные опасности глобального уровня неоднократно обсуждались (например, <http://nuclearno.ru/text.asp?15383>).

Россия желает строить международные долговременные ядерные хранилища подземного типа на своей территории. Теперь – тем более, так как после Фукусимы ожидаемая прибыль Росатома от строительства АЭС за рубежом может устремиться к нулю. Нацеленность на международные хранилища формировалась задолго до Фукусимы. Подготовлена законодательная база, в 2002 и 2005 годах в Москве под эгидой МАГАТЭ прошли международные совещания по этой теме. Реальные действия российских властей противоречат озвученным неоднократно намерениям поддерживать и развивать в стране замкнутый ядерный топливный цикл [6]. При отказе от радиохимической переработки отработавшего топлива главной становится задача его долговременного хранения. Россия желает иметь хранилища третьего (высшего) уровня, дополняющие систему хранилищ федеральных и региональных. За рубежом идею международной кооперации применительно к подземной изоляции ядерных материалов наиболее активно развивает ассоциация ARIUS и компания MCM Consulting (Ch. McCombie).

Вариантами площадок размещения международных хранилищ в России, наиболее официально “продвинутыми”, без нового комплексного анализа и дополнительных обоснований традиционно для ядерной отрасли “состыкованными” с объектами наследия “холодной войны”, являются пока площадки вблизи Красноярска, Челябинска и границы с Китаем и Монголией (Краснокаменск). При этом преобладает выбор площадок в зонах палеовулканов (как и в случае Yucca Mountain). А применительно к Краснокаменску интерес проявлен к эксплуатирующемуся и крупнейшему в России Стрельцовскому рудному полю на уран и позитивным считают наличие инфраструктуры горных выработок. Хотя приоритетные площадки уже “назначены”, даже лояльный к ним анализ (ИГЕМ РАН [7]) геологической ситуации на базе чрезвычайно слабой разведки закончился признанием, что Россия находится на начальной стадии реализации таких

программ и принимать решения о пригодности площадок преждевременно. В Казахстане и Украине планируют подобные объекты на территории, соответственно, Семипалатинского полигона (на котором задействованы охранные технические системы США: <http://nuclearno.ru/text.asp?15384>) и Чернобыльской зоны.

Важно помнить, что военно-промышленные ядерные объекты СССР, к которым теперь в России “привязывают” международные подземные ядерные хранилища, размещались (прятались в глуши, подальше от врагов) примерно 60 лет назад в полной конфронтации с Западом вообще не по геологическим критериям. Не считая урановые горно-обогатительные предприятия, но и в этом случае первоначальные геологические задачи коренным образом отличались от таковых при обосновании места нахождения хранилища. Безопасность же хранилищ в течение тысяч лет детерминирована, прежде всего, качеством породных массивов (механическая устойчивость и способность изолировать радионуклиды), а также комплексом геологических, геофизических, гидрогеологических и геохимических условий их длительного существования. Да и социально-политическая обстановка “на дворе” совсем другая. Как и другими стали некоторые границы, дальше от которых старались разместить ядерные объекты.

Применять в новое время и для новой задачи прежний подход – ошибка. Поэтому, первые (возможно, и ключевые) аргументы в вопросе подземной изоляции ядерных материалов должны быть за международной геологией, должны базироваться на результатах международных комплексных геологических проектов. Например, Е.Б. Андерсон, В.Г. Савоненков и С.И. Шабалев (Радиевый институт, [8]) как идеологический постулат отмечают прерогативу наук о Земле при обосновании безопасности удаления ядерных материалов в геологические формации. Кроме того, они, применительно к Северо-западу России, подчеркивают важность вспомогательного использования обильных материалов предшествующего (для других целей) геологического изучения региона. Прежде всего, полученных на многолетних этапах поиска, разведки и добычи различных полезных ископаемых. Это аналог попутных массовых поисков на уран. А также и уже во вторую очередь – важность учета географических особенностей сложившейся ранее и прогнозируемой многокомпонентной ядерной и другой инфраструктуры региона. Подобные подходы не новы. Но они с трудом приживаются в реальной практике геологов российской (и не только) ядерной отрасли.

После уроков Фукусимы в стенах Национального ядерного университета МИФИ сформирован важный посыл: первоочередным считают ядерно-геологический симбиоз на международной основе. “Задача заключается в том, чтобы установить для площадки АЭС соответствие между уровнем природных рисков и объемом мер, необходимых для обеспечения должной степени безопасности. При этом такая оценка должна быть дана на основе единой общепризнанной методики (которую также еще предстоит создать) группой квалифицированных экспертов при обязательном соблюдении принципа интернациональности ее состава. В то же время упомянутая методика должна содержать критерии безусловной непригодности какой-либо площадки (или даже региона) для сооружения и эксплуатации атомной станции” [9].

Добавлю, что позиция интернационализации еще более актуальна при выборе площадки и создании ядерного хранилища. Например, японская катастрофа не прошла бесследно и для шведов. Известнейший проект шведского оператора по обращению с ядерными отходами SKB, предусматривающий строительство подземного национального ядерного хранилища вблизи АЭС Оскарсхамн и разрабатываемый три десятилетия, приостановлен в марте 2011г. Надзорная инстанция уже объявила о созыве международной экспертной комиссии, которая проверит, как именно будут утилизировать отходы под землей. Видимо, строительство подземного шведского хранилища может быть отложено на неопределенный срок [10]. А проект SKB - мировой лидер в своей “нише” наряду с Yucca Mountain и финской разработкой, во многом сопряженной со шведской версией.

На Северо-западе России проектировщики Росатома (Минатома) последовательно предлагали в качестве изолирующей геологической среды для ядерного хранилища (пока официально лишь регионального) многолетнемерзлые известняки полигона Новой Земли и залежи солей Республики Коми [11]. Кстати, в Ухте работает известный в радиоэкологии геолог В.А. Копейкин, имеющий серьезные наработки применительно к геохимическим барьерам защиты от распространения радионуклидов, возглавлявший несколько самых тяжелых лет Рабочую группу Мингео СССР в Чернобыле. Видимо, и это обстоятельство в черед других обусловило “дрейф” интереса Росатома от Новой Земли к геологическим структурам Коми. Предложения Горного института Кольского научного центра РАН – Сайда-Губа и Дальние Зеленцы [12]. Возможно, нацеленность этих предложений на потенциальных потребителей по одному из вариантов

подскажет статья В.А. Перовского с красноречивым названием “Где взять радиоактивные отходы для Сайды?” Автор показывает многократную избыточность возводимых Германией в Сайда-Губе мощностей по переработке отходов, если ориентироваться на поставки только северных флотов [13]. Примем во внимание, что с 2011г. начато проектирование функционально-аналогичного комплекса переработки радиоактивных отходов и накопительной площадки временного хранения контейнеров в Губе Андреева (финансирование Италии). Существуют и другие признаки, что на Северо-западе России дело региональным хранилищем не ограничится.

Еще раз вспомним о геологических критериях выбора площадок. Несомненно, они существуют на национально-отраслевом уровне. Но что же это за такие бесчеловечные и удобные лишь для отдельных граждан критерии, которые позволяют проектировать ядерное хранилище на тысячи лет для условий потенциально-мирового болота Новой Земли или строить АЭС и хранилища (Фукусима и другие) в регионе проявления самых разрушительных сил природы? Скорей всего, наиболее разумными критериями являются шведско-финские.

Альтернативой официальным площадкам Росатома, Дальним Зеленцам и Сайда-Губе является Печенга (Печенгская геологическая структура и ее обрамление). Вулканологи обосновывают наличие в глубинах Печенги позитивных для изоляции ядерных материалов процессов современного минералообразования [14]. На “ядерный” потенциал этой структуры обратили внимание сотрудник ВНИПИЭТ В.А. Перовский [15], мурманские геологи-производственники (Н.И. Бичук, В.Г. Зайцев, Г.С. Мелихова и др. [16]), специалисты Петербургского университета А.С. Сергеев и Р.В. Богданов [17]. А также - руководители Геологического института Кольского НЦ РАН (Ф.П. Митрофанов), Кольской сверхглубокой скважины (Д.М. Губерман) и Ярославской экспедиции сверхглубокого бурения “Недра” (Л.А. Певзнер). Равно как и SKB, МНТЦ и The UNESCO International Geological Correlation Programme [18,19]. Причем, пожалуй, геологические условия Печенги (как и Краснокаменска) не только альтернативны, но и, по большому счету, являются интеграционными относительно концепций хранилищ в гнейсах и гранитах (Швеция, Финляндия, Красноярский край, Сайда-Губа и Дальние Зеленцы) и вулканогенно-осадочных породах (Yucca Mountain, Челябинская область).

Вблизи Печенги сосредоточены силы и средства для профессионального выполнения геологических, горных и радиационно/ядерно-опасных работ. Действуют аналог ядерных подземных сооружений (современный рудник “Северный-Глубокий”), предтеча и возможный аналог будущего Фукусимы относительно судьбы аварийных хранилищ отработавшего ядерного топлива (инфраструктура Губы Андреева). Здесь же имеются примеры плодотворного международного сотрудничества в сферах геологии (Кольская сверхглубокая скважина), экологии (заповедник “Пасвик”), хозяйственной деятельности (гидроэлектростанции на реке Паз), технологии (реконструкция плавильного цеха комбината “Печенганикель”), культуры (энциклопедия “Печенга”), спорта (массовый лыжный марафон по приграничной территории России, Финляндии и Норвегии) и других. Наличие в приграничных окрестностях Трифонов Печенгского монастыря потенциально благотворно. Необходимое дополнительное геологическое осмысление феномена ядерной энергии в его гражданском и военном проявлениях с позиций православия и других религиозных конфессий получит еще одну мотивацию. По примеру мнений основных мировых религий по поводу ядерного оружия в книге "Ethics and weapons of mass destruction: religious and secular perspectives".

Следует сказать, что в породах Печенги, где возможна материализация одного из вариантов SAMPO (в виде подземной АЭС или хранилища), российскими и норвежскими геологами найдены окаменелые образцы древнейших, возрастом более 2 миллиардов лет, микроорганизмов (*Pechengia melezhiki*). Микроорганизмов, сформировавших на Земле важнейшие условия для будущей биологической эволюции (развития на кислородной основе) вплоть до высших форм. Эти сохранившиеся до нас окаменелости возможно, видимо, считать признаком региональной геологической долговременной стабильности, столь необходимой ядерным объектам. Свообразным талисманом-оберегом. А сочетание открытия *Pechengia melezhiki* с SAMPO - символом трансформации и преемственности энергетики жизни.

Не хорошие ли это знаки, учитывая, что по преданиям в свое время в “пещерах” “утеса из меди” Печенги было создано Сампо “Калевалы”? И не подсказка ли это к объединению на этой площадке усилий, и не только геологов? К объединению усилий, для начала, хотя бы упомянутых специалистов и организаций. При “перезагрузке” на Печенгу финансирования от Yucca Mountain, Новой Земли и других подобных проектов, не имеющих социокультурных оснований и не выдерживающих испытания временем. Чтобы надежно под землей экранировать источник электроэнергии (в случае АЭС) или (в случае хранилища) искусственные, комплексно

насыщенные газами гидротермы, неизбежно возникающие в породах, в которых надолго размещены высокоэнергетичные радиоактивные материалы.

Одним из важных аргументов против Печенгской геологической структуры и ее обрамления формально может быть то обстоятельство, что здесь в настоящее время ведется добыча медно-никелевых руд. Этот аргумент (как и против Стрельцовского рудного поля) есть производное от рекомендации (не более того) МАГАТЭ избегать размещения ядерных материалов в зоне месторождений полезных ископаемых. Однако в случае Печенги совместный, внимательный и объективный анализ текста этой рекомендации и конкретных горно-геологических и экономических условий работы хозяйствующего субъекта (компания “Норильский никель”) приводит к выводу, что фактически факт более чем семидесятилетней истории изучения и освоения медно-никелевых месторождений Печенги является не осложняющим, а благоприятствующим фактором. Учитывая, кроме всего прочего, и перспективу на 50-100 лет. Это время принятой в мире стратегии временного/отложенного хранения ядерных материалов в наземных хранилищах. Реальный опыт США, Канады, Швеции, Финляндии и других стран (более продвинутых в программах создания подземных ядерных хранилищ, чем Россия) показывает, что и за 30-40 лет необходимых научно-технических и производственных работ ни одно такое хранилище еще не создано. В перспективе таких интервалов запаса времени до загрузки хранилища ядерным содержимым рассматриваемые месторождения будут гарантированно полностью отработаны. Хотя и сейчас возможно выбрать перспективные участки заведомо вне проявлений никеля (или, как расплывчато сказано в упомянутой рекомендации МАГАТЭ, “вблизи месторождений”). В обоих случаях “Норильский никель”, не осложняя свою деятельность, может заранее и выгодно продать горно-геологическую документацию и реальную инфраструктуру, постепенно снижая добычу руды в окрестностях Приречного, Никеля и Заполярного.

Любопытно еще одно “родство” – геополитическая симметричность по контуру размежевания России с соседями. Площадка “Печенга” расположена у северо-западной, площадка “Краснокаменск” – у юго-восточной границ РФ. С одной стороны, соответственно, потребности, как минимум, Европы, а с другой – Японии, Южной Кореи и Китая. Правда, инициативу по размещению зарубежного отработавшего топлива у Краснокаменска может перехватить Монголия. Кроме того, не получилось порознь у СССР и Японии (отчасти, и у США) обойтись без национальных ядерных катастроф. Велик риск террористического инициирования (средиземноморское “цунами”) таких катастроф для ряда стран Западной Европы, учитывая их воинственную политику в южных, богатых углеводородами регионах. При ликвидации последствий чернобыльской и фукусимской катастроф более эффективными оказались действия на основе государственной собственности и государственного управления, чем частных. Следует ожидать, что межгосударственный уровень для таких ситуаций еще более надежен. Видимо, свершившиеся и потенциальные “неприятности” – еще один довод для объединения усилий и повышения эффективности надзора, что, например, имеет наибольшие предпосылки реализации при создании международных подземных ядерных хранилищ на стыке стран в труднодоступной для несанкционированных посещений местности. Присоединиться к идее создания таких хранилищ было бы полезно, например, Германии, Финляндии, Швеции (в том числе и как владельцам-носителям технологий), а также Беларуси, Литве, Украине и Казахстану. Как и участникам программы “Сотрудничество АТОМ-СНГ”.

Благодарю за поддержку исследований профессоров В. Falkenburg, N. Witoszek, D. Macer, V. Maslboev, O. Ivanov. А также - научных сотрудников Института философии и политологии Дортмундского технического университета.

Список литературы:

1. Комлева Е.В. Ядерные отходы, газовые месторождения и безопасность Севера Европы // ЭКО: Всероссийский экономический журнал, 2007, №3.- С. 104-111.
2. Просвирнов А. Джинн снова вышел из лампы – первые уроки Фукусима-1. [Электронный ресурс]: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=2934> (дата обращения 23.05.11).
3. Криворотов А.К. Северный шельф перед лицом глобальной нестабильности // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения-2010. Апатиты, 2010. – С. 40-45.
4. Череповицын А.Е., Жуков А.М. Стратегический анализ возможностей и угроз освоения углеводородных ресурсов Западной Арктики // Север и Арктика в новой парадигме мирового развития. Лузинские чтения-2010. Апатиты, 2010. – С. 61-69.

5. Штокман // Север промышленный. – 2011, №1. – С. 4-5.
6. Кому нужен сибирский атом? [Электронный ресурс]: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=3013> (дата обращения 23.05.11).
7. Лаверов Н.П., Величкин В.И., Пэк А.А. Радиогеоэкологические проблемы начального и завершающего этапов ядерного топливного цикла // Безопасность ядерных технологий и окружающей среды. – 2010, № 4. - С. 26-33.
8. Андерсон Е.Б., Савоненков В.Г., Шабалев С.И. Геологические формации, перспективные для изоляции РАО // Безопасность ядерных технологий и окружающей среды. – 2011, № 1. – С. 54-58.
9. Колдобский А.Б. Мирный атом после цунами [Электронный ресурс]: <http://www.globalaffairs.ru/number/Mirnyi-atom-posle-tsunami-15187> (дата обращения 23.05.11).
10. Рядом со "шведской Фукусимой" планируют строить "вечное" хранилище ядерных отходов. [Электронный ресурс]: <http://www.dw-world.de/dw/article/0,,14939212,00.html> (дата обращения 23.05.11).
11. Саркисов А.А. Проблемы реализации интеграционного подхода к обращению с радиоактивными отходами в северо-западном регионе России и окончательной их изоляции. [Электронный ресурс]: http://www.fcp-radbez.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=355&Itemid=386 (дата обращения 23.05.11).
12. Мельников Н.Н., Конухин В.П., Наумов В.А. и др. Научные и инженерные аспекты безопасного хранения и захоронения радиационно опасных материалов на Европейском Севере России. Апатиты, 2010. – 305 с.
13. Перовский В.А. Где взять радиоактивные отходы для Сайды? [Электронный ресурс]: <http://www.proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=2838> (дата обращения 23.05.11).
14. Белоусов В.И., Рычагов С.Н., Комлев В.Н. и др. Печенгская глубинная и другие гидротермальные системы: новый взгляд на изоляцию ядерных материалов от биосферы // Уральский геологический журнал. – 2001, № 3. – С. 131-153.
15. Перовский В.А. О возможности приповерхностного хранения реакторных отсеков АПЛ, ВНИПИЭТ, 1995 / Нилсен Т., Кудрик И., Никитин А. Доклад объединения “Беллуна” “Северный флот. Потенциальный риск радиоактивного загрязнения региона”, 1996. - С. 138.
16. Комлев В.Н., Бичук Н.И., Зайцев В.Г., Мелихова Г.С. О перспективности площадок северо-западной части Мурманской области для размещения радиоактивных отходов и отработавшего ядерного топлива / Тез. докладов конференции “Радиационная безопасность: радиоактивные отходы и экология”. – Санкт-Петербург, 1999. - С. 24-25.
17. Сергеев А.С., Богданов Р.В., Комлев В.Н. Оценка геологических формаций северо-западного региона России как среды размещения подземного хранилища радиоактивных отходов / Тез. докладов конференции “Радиационная безопасность: радиоактивные отходы и экология”. – Санкт-Петербург, 1999. - С. 88-89.
18. SKB&NEDRA Technical Report 92-39. – 1992. – 116 p.
19. Project-408 in the framework of the UNESCO International Geological Correlation Programme.

УДК 504.064.36+543.311

Фотометрическое определение хрома(VI) в пробах из водоемов г. Томск и Томской области на УЛК «Экологический мониторинг» и ТА Эколаб-2

В.В. Морозова

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

E-mail: viktoriya_tpu@sibmail.com

Определена концентрация хрома (VI) в водоемах города Томск и Томской области. Установлено, что содержание хрома в природных водах соответствует ПДК для вод санитарно-бытового назначения. Представлены метрологические характеристики методики анализа.

Фотометрические методы анализа ввиду их большой чувствительности и избирательности, экспрессности и точности широко применяются при анализе различных природных сред. Эти

методы используют в почвенном, биохимическом анализе, а также для определения малых и ультра малых количеств примесей в веществах особой чистоты (10^{-5} — 10^{-6} %) [1].

В Томском политехническом университете ведется разработка новых приборов для фотометрического анализа, их методического и программного обеспечения для решения учебных и исследовательских задач, а также производственного контроля состояния объектов окружающей среды. ООО «Универсальные образовательные технологии» совместно с ТПУ предложили учебно-лабораторный комплекс (УЛК) «Экологический мониторинг», который предназначен для проведения лабораторных работ по промышленной экологии и экологическому мониторингу. В состав которого входит модуль «Фотоколориметр». Принцип работы модуля «Фотоколориметр» основан на измерении светопоглощения окрашенных растворов в полихроматическом пучке света в видимой области спектра (400–660 нм). Прибор выполнен по однолучевой схеме, когда поток излучения проходит поочередно через кюветы с раствором сравнения и исследуемым раствором. Нужно отметить, что в настоящее время лабораторные работы проводятся с использованием различных приборов, самостоятельно объединенных в лабораторные установки, что снижает качество обучения. УЛК «Экологический мониторинг» является одним из наиболее функциональных лабораторных комплексов. Комплекс «ТА-Эколаб-2», который включает в себя собственно аналитический прибор и ноутбук. Комплекс предназначен для анализа вод (поверхностных, подземных, питьевых, сточных) и других экологических объектов и может быть использован, в частности, при проведении работ по экологическому мониторингу и водоподготовке, включая изыскания, проектирование и эксплуатацию очистных установок [2].

В качестве анализируемого вещества выбран хром (VI). В поверхностные воды соединения трех- и шестивалентного хрома попадают в результате выщелачивания из пород (хромит, крокоит, уваровит и другие). Некоторые количества поступают в процессе разложения организмов и растений, из почв. Значительные количества могут поступать в водоемы со сточными водами гальванических цехов, красильных цехов текстильных предприятий, кожевенных заводов и предприятий химической промышленности. Соединения Cr (VI) и Cr (III) в повышенных количествах обладают канцерогенными свойствами. Соединения хрома (VI) являются более опасными. Содержание их в водоемах санитарно-бытового использования не должно превышать ПДК_В для Cr (VI) 0,05 мг/дм³, для Cr (III) 0,5 мг/дм³. ПДК_{ВР} для Cr (VI) – 0,001 мг/дм³, для Cr (III) – 0,005 мг/дм³ [3,4].

Дифенилкарбазид в кислой среде взаимодействует с хромом (VI) с образованием растворимого соединения красно-фиолетового цвета. Предполагают, что сначала дихромат-ион окисляет дифенилкарбазид до дифенилкарбазона. Раствор хрома (III) нельзя использовать для анализа, так как его кинетически инертные аква- и галогенакваткомплексы взаимодействуют с дифенилкарбазоном крайне медленно. В то же время с хромат-ионом (дихромат-ионом) хелат образуется мгновенно. Реакция хрома (VI) с дифенилкарбазидом очень чувствительна и достаточно селективна [5].

Для оценки методики определили ее метрологические характеристики [6]. Результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Метрологические характеристики методики определения хрома (VI), при $p = 0.95$, $n=3$

	УЛК*	ТА**	УЛК	ТА	УЛК	ТА
Измеряемая концентрация, С, мг/л	0,03		0,05		0,08	
Показатель повторяемости S_{pm} , мг/л	0,00082	0,00114	0,00018	0,00124	0,00126	0,00303
Показатель внутрилабораторной прецизионности, S_{Rm} , мг/л	0,00049	0,00003	0,00006	0,00057	0,00050	0,00028
Показатель точности $\pm\Delta$	0,03395	0,03397	0,03395	0,03395	0,03395	0,03408

* Показатели для хрома (VI), определенного с помощью модуля «Фотоколориметр» УЛК «Экологический мониторинг».

** Показатели для хрома (VI), определенного с помощью ТА «Эколаб-2».

Далее для оценки корреляции построили график зависимости $A = f(C)$ по результатам, полученным входе измерения оптической плотности растворов хрома (VI) различной концентрации (рисунок 1 и 2) и провели линейный регрессионный анализ таблицы 2 и 3.

Результаты линейного регрессионного анализ для зависимости оптической плотности от концентрации хрома (VI), полученных на модуле «Фотоколориметр» УЛК «Экологический мониторинг» (рисунок 1) представлены в таблице 2.

Таблица 2. Результаты линейного регрессионного анализа градуировочных характеристик, полученных на модуле «Фотоколориметр» УЛК «Экологический мониторинг», для хрома (VI)

$A = a + bC, R = 0,999, p < \alpha = 0,05$			
	Оценка коэффициента	Стандартное отклонение	p
a	0,005	0,002	0,063380
b	0,762	0,028	0,000107

Далее построили график зависимости $A = f(C)$ по результатам, полученным в ходе измерения оптической плотности растворов хрома (VI) различной концентрации (рисунок 2).

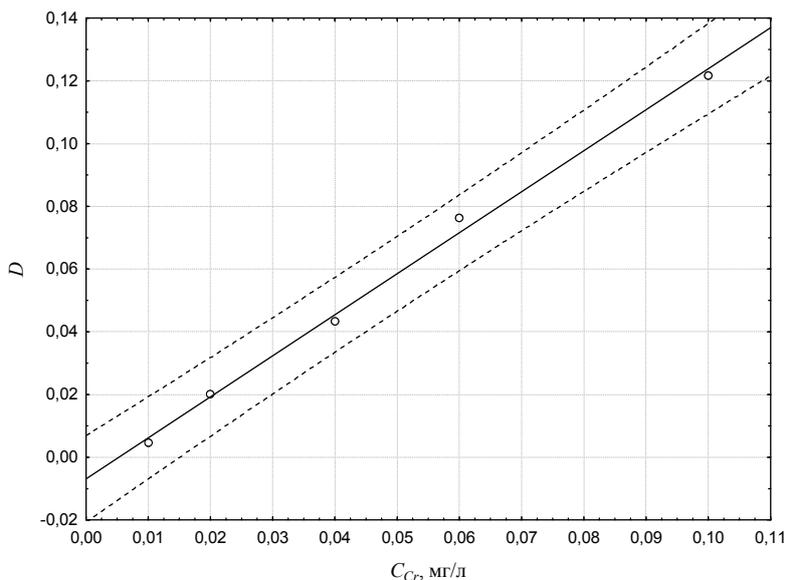


Рис. 1. Градуировочный график для хрома (VI)

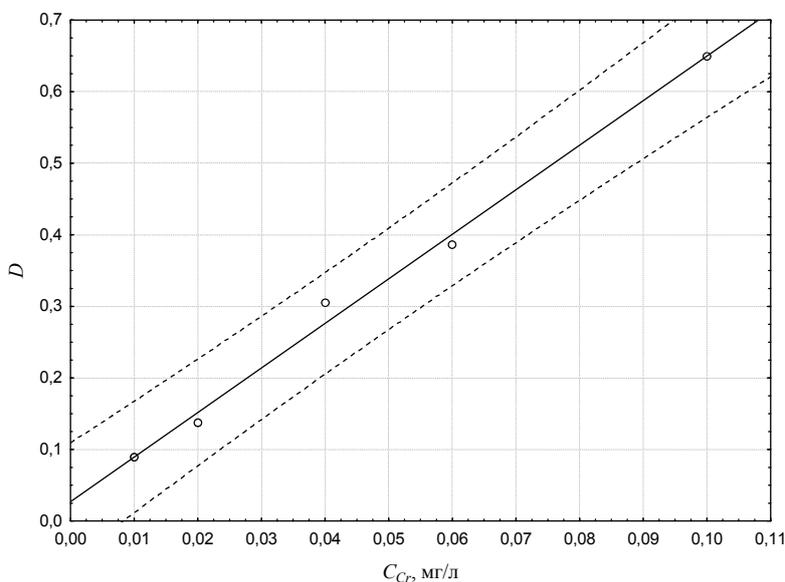


Рис. 2. Градуировочный график для хрома (VI)

Проведем линейный регрессионный анализ для зависимости оптической плотности от концентрации хрома (VI), полученных на комплексе ТА «Эколаб-2» (рисунок 2). Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3. Результаты линейного регрессионного анализа градуировочных характеристик, полученных на комплексе ТА «Эколаб-2», для хрома (VI)

$A = a + bC, R = 0,999, p < \alpha = 0,05$			
	Оценка коэффициента	Стандартное отклонение	p
a	-0,004	0,003	0,230686
b	0,160	0,007	0,000207

Пробы были отобраны в водоемах города Томск и Томской области, представленных в таблице 4. В таблице 4 представлены усредненные результаты, измерения проводились три раза в разные дни и три раза в один день для определения метрологических характеристик методики определения.

Таблица 4. Концентрация хрома (VI) в водоемах города Томск и Томской области

Место отбора пробы	Концентрация УЛК*, мг/л	Концентрация ТА**, мг/л
р. Большая Киргизка, автомобильный мост	0,0094	0,0092
Университетское озеро	0,0082	0,0086
Мавлюкеевское озеро	0,0127	0,0125
Огневое озеро, Парабельский район	0,0102	0,0104
р. Сенная Курья	0,0137	0,0135
р. Ушайка, 300 м ниже коллектора	0,0176	0,0170
р. Ушайка, п. Заварзино	0,0108	0,0102

* Концентрация хрома (VI), определенная с помощью модуля «Фотоколориметр» УЛК «Экологический мониторинг».

** Концентрация хрома (VI), определенная с помощью ТА «Эколаб-2».

В результате проведенного анализа получено уравнение градуировочной характеристики, подтверждена гипотеза о линейности исследуемой зависимости, оценена адекватность линейной модели и определены концентрации реальных проб. Концентрация хрома (VI) в водоемах города Томск и Томской области находится в пределах нормы.

Список литературы:

1. Аналитическая химия. Лабораторный практикум: пособие для ВУЗов / Под ред. В.П. Васильева. – 2-е изд., испр. – М.: Дрофа, 2004. – 416 с.
2. Пат. 89704 Многофункциональный модельно-измерительный комплекс / заявитель и патентообладатель ООО «Универсальные образовательные технологии» – № 2009124970; приоритет 29.06.09.
3. Ю.Ю.Лурье Унифицированные методы анализа вод.- М.: Химия, 1973. –376 с.
4. Сборник санитарно-гигиенических нормативов и методов контроля вредных веществ в объектах окружающей природной среды. - М.: Искусство, 1991. - 370 с.
5. Закономерности химических реакций. Методическое пособие. – Томск: изд. ООО «Универсальные образовательные технологии», 2010. – 139 с.
6. Показатели качества анализа. ГОСТ Р ИСО 5725-2002.

УДК 620.181

Особенности диагностики нанопорошков металлов, полученных электрическим взрывом проводников

А.П. Ильин, О.Б. Назаренко

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

E-mail: obnaz@mail.ru

Рассмотрены основные характеристики нанопорошков металлов, полученных с помощью электрического взрыва проводников: форма и размеры частиц, величина площади удельной поверхности, распределение частиц нанопорошка по диаметру, параметры химической активности. Приведены экспериментальные результаты применения стандартных методов анализа и особенности их использования при определении характеристик нанопорошков.

Развитие техники и технологий требует постоянного улучшения физико-химических и физико-механических характеристик материалов. Снижение размеров структурных элементов до нанометрового диапазона (≤ 100 нм) является одним из способов придания веществу качественно новых свойств.

Одним из перспективных методов получения нанопорошков (НП) является электрический взрыв проводников (ЭВП). Процесс ЭВП характеризуется большой плотностью мощности энергии ($>10^{14}$ Вт/м²) и быстрым нагревом ($>10^7$ К/с) проводника до высоких температур ($>10^4$ К). Формирование нанодисперсных частиц при ЭВП происходит в сильно неравновесных условиях – при больших градиентах температуры и скоростях охлаждения, интенсивном тепло- и массопереносе, воздействии электрического и магнитного полей. Благодаря этому электровзрывные НП обладают рядом необычных свойств [1–3]: после пассивирования устойчивы к окислению и спеканию при комнатной температуре, характеризуются высокой диффузионной активностью при нагревании.

НП металлов являются метастабильными системами [2, 3]. Даже при условии хранения НП металлов в инертной атмосфере, в них одновременно протекают процессы рекристаллизации, диффузионного спекания, диффузии продуктов восстановления воды и др. С нестабильностью и высокой реакционной способностью НП связаны проблемы их диагностики, возникают трудности в интерпретации результатов. Выбор методов диагностики является сложной не только технической, но и теоретической задачей. Методы диагностики необходимы не только при исследовании свойств наноматериалов, изучении влияния условий получения на их фазовый состав и структуру, но и как методы контроля входного сырья в различных нанотехнологиях.

Целью работы является обоснование стандартных физико-химических методов анализа и соответствующих параметров для диагностики нанопорошков металлов. Для тестирования были выбраны нанопорошки алюминия и вольфрама, полученные с помощью электрического взрыва проводников в среде аргона и азота.

Материалы и методики экспериментов. Нанопорошки металлов получали на опытно-промышленной установке УДП-4Г, работа которой подробно описана в [1–3].

Параметры электрического контура установки: емкость батареи конденсаторов $C=2,32$ мкФ; индуктивность разрядного контура $L=0,58$ мкГн. Условия получения порошков и значения площади удельной поверхности полученных порошков представлены в табл. 1.

Таблица 1. Условия получения и характеристики нанопорошков алюминия и вольфрама

№	Материал проводника	d , мм	U , кВ	e/e_c	e_d/e_c	Газ	P , Па	$S_{уд}$, м ² /г	\bar{a}_s , нм
1	Al	0,35	24	1,5	0,4	Ar	$1,5 \cdot 10^5$	12	120
2	W	0,2	22	1,1	0,5	Ar	$1,5 \cdot 10^5$	3,9	79
3	W	0,3	23	0,4	1,1	Ar	$1,5 \cdot 10^5$	1,9	164
4	W	0,3	23	0,7	0,8	N ₂	$1,5 \cdot 10^5$	1,7	183
5	W	0,3	23	0,4	0,9	N ₂	$0,3 \cdot 10^5$	2,6	120

Полуколичественный фазовый анализ состава полученных порошков проводили с помощью рентгеновского дифрактометра ДРОН-3,0 с использованием $\text{Cu}_{K\alpha}$ -излучения трубки. Дисперсность и форму частиц определяли с помощью сканирующего электронного микроскопа JSM-840. Просвечивающая электронная микроскопия проводилась с помощью микроскопа Hitachi H-8100. Площадь удельной поверхности ($S_{уд}$) порошков определяли методом низкотемпературной адсорбции азота (метод БЭТ). Функции распределения частиц порошка по диаметру получены с помощью анализатора «Mastersizer 2000». Для анализа химической активности порошков использовали термоанализатор SDT Q600. Анализ проводили в режиме линейного нагрева в интервале 20...1000 °С со скоростью нагрева 10 град/мин в атмосфере воздуха.

Дисперсный состав и распределение частиц по размеру. Частицы порошков, получаемые методом ЭВП, как правило, имеют сферическую форму, а сами порошки являются полидисперсными системами. Диапазон размеров частиц электровзрывных НП изменяется в очень широких пределах: от $5 \cdot 10^{-9}$ до 10^{-3} м. Получение НП с размерами меньше 30 нм нецелесообразно в связи с низкой температурой спекания, нестабильностью к окислению при пассивировании и агломерацией. Поэтому задача поиска условий получения НП, обеспечивающих высокую дисперсность и узкое распределение частиц по размерам в области 30...60 нм актуальна и непосредственно связана с проблемой диагностики дисперсного состава НП.

По данным сканирующей электронной микроскопии (рис. 1, *а*) НП алюминия состоит из частиц диаметром ~ 100 нм, но присутствуют частицы как большего диаметра ~ 200 нм, так и меньшего диаметра ~ 50 – 60 нм. Форма частиц близка к сферической, имеются отдельные агломераты частиц, которые частично спечены. Форма частиц НП вольфрама близка к сферической с гладкой поверхностью. На рис. 1, *б* представлена микрофотография образца 3, табл. 1. Большинство частиц имеют диаметр меньше, чем 100 нм.

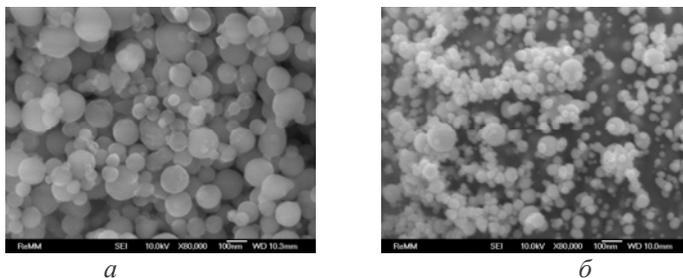


Рис. 1. Микрофотографии нанопорошков алюминия (*а*) и вольфрама (*б*)

На рис. 2, *а* приведена фотография частицы НП алюминия, полученная с помощью просвечивающей электронной микроскопии [4]. При пассивировании порошков медленным напуском воздуха происходит десорбция газа–среды, адсорбция компонентов воздуха и формирование защитной оксидно-гидроксидной защитной оболочки. Толщина оксидно-гидроксидных плёнок для наночастиц металлов составляет от 2 до 8 нм, причём с уменьшением диаметра частиц со 100 до 50 нм их толщина уменьшается. При такой толщине плёнки рентгеноаморфны, т. е. определение их фазового состава с помощью рентгенофазового анализа проблематично. Толщина оксидной оболочки наночастицы вольфрама составляет 1,6 нм (рис. 2, *б*) для частиц образца 2, табл. 1 [3, 5].

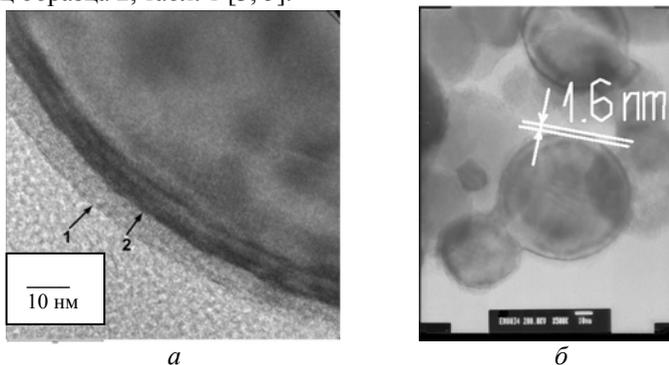


Рис. 2. Микрофотографии наночастицы алюминия (*а*) (1 – оксидно-гидроксидный слой; 2 – слой, обогащенный примесями тяжелых металлов) и наночастицы вольфрама (*б*)

Для всех электровзрывных порошков характерно трехмодальное распределение частиц по диаметру, что связано с механизмом разрушения проводника и последующего охлаждения первичных продуктов ЭВП [1, 6]. На рис. 3, *а* представлены графики распределения по диаметру частиц порошка вольфрама, полученного при ЭВП в азоте, $P = 1,5 \cdot 10^5$ Па. Функции распределения частиц по диаметру позволяют судить о влиянии условий получения на дисперсный состав порошков.

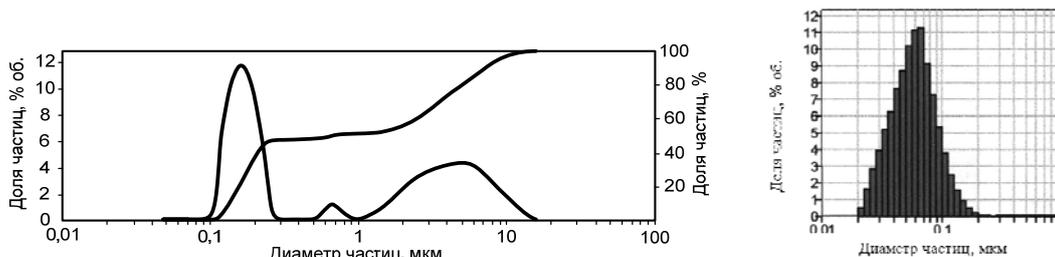


Рис. 3. Распределение по диаметру частиц вольфрамового порошка, полученного при ЭВП в азоте (*а*), частиц вольфрамового порошка обр. 2, табл. 1 (*б*)

Следует отметить, что на графиках распределения отсутствуют частицы нанодисперсного диапазона. Вероятно, в процессе разлета продуктов диспергирования проводника образуются агломераты, наличие которых и внесло погрешность в определение размера частиц порошка, так как электронно-микроскопические исследования (рис. 1, б) указывают на наличие частиц нанодисперсного диапазона. Данные результаты свидетельствуют о необходимости предварительной подготовки порошков перед проведением анализа для разрушения агрегатов частиц. Образец порошка вольфрама 2, табл. 1 был предварительно суспендирован в этаноле и обработан ультразвуком (200 Вт, 22 кГц) в течение 15 мин перед проведением анализа. Согласно полученным результатам (рис. 3, б) НП вольфрама имеет относительно узкое распределение частиц по диаметру в диапазоне 0,02...0,2 мкм с максимумом 0,06 мкм [3, 5].

Параметры химической активности. Для тестирования устойчивости НП к окислению и химическому взаимодействию предлагается использовать дифференциальный термический анализ (ДТА). На основе данных ДТА определяют четыре параметра химической активности [7]:

1. Температура начала окисления ($t_{н.о.}$, °С) – характеристика термической устойчивости НП в воздухе, определяется как температура, с которой начинается увеличение массы образца.

2. Максимальная скорость окисления (v_{max} , мг/с) характеризует интенсивность (скорость) прироста массы и тепловыделения в процессе окисления.

3. Степень окисленности (α , %) определяется для заданного температурного интервала и характеризует степень превращения исходного НП в продукты окисления.

4. Тепловой эффект (приведенный тепловой эффект) ΔH , кДж/г) – количество выделившейся теплоты, отнесенное к увеличению массы НП, т. е. к количеству связанного кислорода и азота.

С целью уменьшения тепловых эффектов при окислении нанопорошков в воздухе при проведении ДТА рекомендовано использовать малые навески ($\sim 1 \cdot 10^{-5}$ кг порошков).

При нагревании в воздухе согласно ДТА (рис. 4) нанопорошок алюминия проявляет высокую активность. Заметна десорбция газообразных веществ, адсорбированных на поверхности частиц (~ 3 мас. %). Затем происходит резкое увеличение скорости роста массы и выделение теплоты, носящие взрывоподобный характер.

Параметры химической активности исследуемых НП алюминия и вольфрама, необходимые для оценки устойчивости к окислению, определенные по данным термического анализа, представлены в табл. 2.

Таблица 2. Параметры химической активности НП алюминия и вольфрама

образец	$t_{н.о.}$, °С	α , мас. %	v_{max} , мас. %/с	ΔH , Дж/г
Al	450	63,8	0,130	4995
W	370	24,1	0,03	3197

Процесс окисления порошков вольфрама включал три стадии [5, 6]. Наличие двух максимумов тепловыделения связано с полимодальным распределением частиц по диаметру: сначала окисляется фракция более мелких частиц, а затем – более крупная фракция. Параметры термической активности тесно коррелируют с дисперсностью исследованных порошков и с условиями их получения.

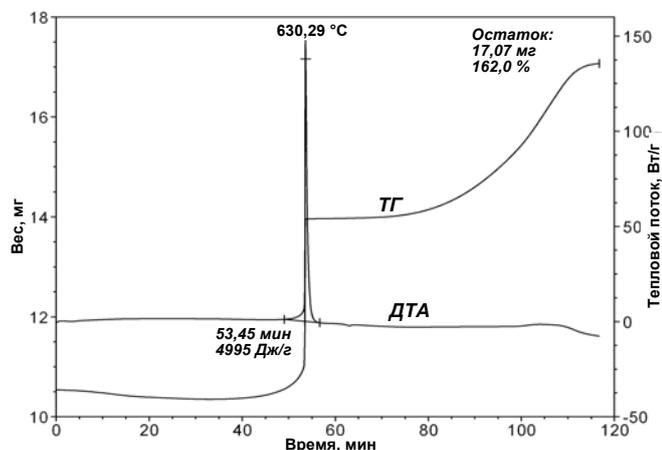


Рис. 4. Термограмма нанопорошка алюминия

Заключение. Для диагностики металлов в наносостоянии предлагается использовать метод низкотемпературной адсорбции азота (метод БЭТ), метод определения функций распределения частиц порошка по диаметру (седиментационный анализ), электронную микроскопию и термический анализ. В результате применения этих методов нанопорошки металлов характеризуются следующими численными характеристиками: наноструктурные характеристики (форма, размеры, состояние поверхности, площадь удельной поверхности), распределение частиц по диаметру, параметры химической активности (инертности).

Список литературы:

1. Назаренко О.Б. Электровзрывные нанопорошки: получение, свойства, применение / Под ред. Ильина А.П. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2005. – 148 с.
2. Ильин А.П., Громов А.А. Горение алюминия и бора в сверхтонком состоянии. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2002. – 154 с.
3. Громов А.А., Хабас Т.А., Ильин А.П. и др. Горение нанопорошков металлов. – Томск: Дельтаплан, 2008. – 382 с.
4. Назаренко О.Б., Тихонов Д.В. Влияние добавок активного газа на дисперсность электровзрывных нанопорошков металлов // Огнеупоры и техническая керамика. – 2006. – № 10. – С. 25–29.
5. Громов А.А., Ильин А.П., Верещагин В.И. Исследование процесса окисления электровзрывного нанопорошка вольфрама в воздухе // Известия Томского политехнического университета. – 2003. – Т. 306. - № 6. – С. 59–62.
6. Ильин А.П., Назаренко О.Б., Тихонов Д.В., Толбанова Л.О. Характеристики и свойства электровзрывных нанопорошков молибдена и вольфрама // Перспективные материалы. – 2010. – № 2. – С. 11–18.
7. Ильин А.П., Яблуновский Г.В., Громов А.А. Об активности порошков алюминия // Физика горения и взрыва. – 2001. – Т. 37.– № 4. – С. 58–62.

УДК 628.11

Характеристика водных ресурсов Зимбабве

Э. Нкубе, О.Б. Назаренко

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

E-mail: obnaz@mail.ru

На территории Африки расположено 55 государств. Водные ресурсы по территории Африки распределены крайне неравномерно. Особенностью многих стран Африки является отсутствие выхода к морю. На основе географической и климатической однородности, что имеет прямое влияние на орошение, 55 африканских стран были сгруппированы в семь регионов. Эти регионы включают в себя следующие страны:

- Северный: Алжир, Египет, Ливия, Марокко, Тунис;
- Судано-сахелианский: Буркина-Фасо, Кабо-Верде, Чад, Джибути, Эритрея, Гамбия, Мавритания, Мали, Нигер, Сенегал, Сомали, Судан;
- Гвинейского залива: Бенин, Кот-д'Ивуар, Гана, Гвинея, Гвинея-Бисау, Либерия, Нигерия, Сьерра-Леоне, Того;
- Центральный: Ангола, Камерун, Центральноафриканская Республика, Конго, Демократическая Республика Конго, Экваториальная Гвинея, Габон, Сан-Томе и Принсипи;
- Восточный: Бурунди, Эфиопия, Кения, Руанда, Уганда, Объединенная Республика Танзания;
- Южный: Ботсвана, Лесото, Малави, Мозамбик, Намибия, Южная Африка, Свазиленд, Замбия, Зимбабве;
- Острова Индийского океана: Коморские Острова, Мадагаскар, Маврикий, Сейшельские острова.

Характеристика водных ресурсов. Республика Зимбабве – это государство в Южной Африке, между водопадом Виктория, реками Замбези и Лимпопо. Густая речная сеть принадлежит бассейну Индийского океана, за исключением небольшой области внутреннего стока на западе. Река Замбези, протекающая по северо-западной границе страны, собирает притоки с половины территории Зимбабве (Гвай, Сенгва, Саньяти, Хуньяни и др.). В Лимпопо, текущей по южной

границе, впадают реки Шаше, Умзингвани, Бубье, Мвенези. На юго-востоке река Саве принимает притоки Рунде и Саби. На западе река Ната с притоками высыхает по пути к Калахари. Реки Зимбабве, как правило, немногочисленные, с многочисленными порогами и водопадами. Многие из них пересыхают в сухой сезон с ноября по апрель. На северо-востоке страны на реке Замбези находится знаменитый водопад Виктория высотой 107 м и шириной около 1500 м – главная туристическая достопримечательность Зимбабве. На многих реках построены водохранилища. В Зимбабве имеется одно крупное водохранилище Кариба на реке Замбези вдоль границы с Замбией, и много небольших – Кайл на реках Мтиликве, Робертсон и Мак-Илуэйн на реках Гвеби, Шангани-Тиябензи на реке Тиябензи и др. Судосходны только отдельные участки Замбези и Лимпопо.

Только крупные реки, такие как Саньяти, Мазове, Саве и Рунде являются многолетними. Тем не менее, в засушливые годы даже эти крупные реки пересыхают в период с августа по ноябрь. Среднегодовой сток для Зимбабве составляет 19910 млн. м³. Используется же только 22 % от среднегодового стока. В связи с тем, что среднегодовое количество осадков в Зимбабве, как правило, низкое, и реки не многолетние, необходимо воду, полученную во время основного сезона дождей, сохранять для использования во время сухого сезона. Обширная сеть плотин была построена по всей стране. Они варьируются от небольших плотин на коммерческих фермах и в сельских районах, до крупных плотин с целью подачи воды к крупным городам и для орошения.

Кроме поверхностных вод, Зимбабве также использует подземные воды. По всей стране пробурены многочисленные колодцы и скважины. Мелкие, малопродуктивные колодцы и скважины в зонах общего пользования служат для снабжения питьевой водой деревень, особенно во время сухого сезона и в засушливые годы. Глубокие, высокопродуктивные скважины используются для орошения на коммерческих фермах.

Качество поверхностных и подземных вод в Зимбабве в настоящее время, как правило, хорошее, так как химикаты в сельском хозяйстве используются мало. Локальные загрязнения, тем не менее, имеют место. Примером является эвтрофикации озера Чиверо к югу от столицы Зимбабве Хараре. Кроме того, емкость основного водохранилища находится под угрозой заиления в результате потерь почвы в большинстве водосборных бассейнов. В этих условиях задачей правительства является обеспечение снабжения чистой питьевой водой всего населения.

Строительство плотин представляет собой значительный прогресс в направлении развития водных ресурсов страны. Правительство Зимбабве приступило к программам строительства крупных и средних плотин в стране как для ирригации, так и для других целей. Общий объем плотин составляет около 103 км³, что равно 50 % от емкости озера Кариба на реке Замбези, разделяющей Замбию и Зимбабве.

Общее количество потребляемой в Зимбабве воды было оценено в 2008 году в 4,2 км³. Водопотребление на душу населения составляет 324 м³/год [1]. Водные ресурсы используются в основном для орошения, водоснабжения городов, промышленных нужд. Большая часть воды (79 % от общего объема водопользования) используется в сельском хозяйстве для орошения, рыбоводства и водопоя скота. Площадь орошаемых земель составляет 1740 км². Орошаемое земледелие будет оставаться основным потребителем воды в обозримом будущем. Потребление воды муниципального и промышленного назначения составляет 14 и 7 %, соответственно.

Международные проблемы водных ресурсов. В случае сохранения воды с помощью плотин для различных целей будет затронут поток трансграничных рек, таких как Замбези. Таким образом, возникает необходимость обеспечения баланса между количеством плотин и поддержанием определенного минимального уровня воды в реках, протекающих по территории разных государств [2]. В области системы управления реками региона Зимбабве сотрудничает с другими членами экономического объединения «Сообщество развития Южной Африки» (САДК). Недавно страна подписала протокол, который обеспечивает основу для управления трансграничными реками в САДК. Страна активно участвует в формировании комиссий бассейнов рек Лимпопо и Замбези, которые будут осуществлять надзор за совместным управлением этими трансграничными реками.

Ирригация и дренажные системы. Развитие системы орошения рассматривалось очень значимым для страны направлением всеми сменяющими друг друга правительствами в Зимбабве. До обретения независимости в 1980 г. правительство инвестировало значительные средства в строительство плотин и ирригационной инфраструктуры, хотя это приносило в основном пользу крупномасштабным коммерческим фермерам. С 1980 г. новое правительство признало важность расширения системы орошения для сектора мелких фермерских хозяйств и активизировало свои

усилия в этом направлении.

Большинство ирригационных систем в стране зависят от воды, хранящейся в малых и средних плотинах. Другими важными источниками воды являются скважины, глубокие колодцы, прямой отвод воды от реки, шахтные колодцы, дренажные системы.

В качестве источника водоснабжения могут использоваться подземные водосборные галереи (рис. 1). Обычно их строят на подгорных равнинах, где в конусах выноса содержится вода. Обнаружив в первой шахте водоносный горизонт, от него начинают вести горизонтальную галерею, соблюдая уклон. На равных расстояниях роют вспомогательные вертикальные шахты, которые вначале служат строителям для удаления грунта, а затем остаются для вентиляции. Горизонтальную штольню роют большого сечения, чтобы человек мог пройти стоя. Грунт закрепляют, иногда каменной кладкой. Средняя длина галереи 5–10 км, глубина первой, самой глубокой шахты – 50–100 м, дебит колеблется от 30 до 100 л/с и более. Каждый метр подземной галереи, пронизывающей водоносный горизонт, обеспечивает расход 0,3–0,6 л/с.

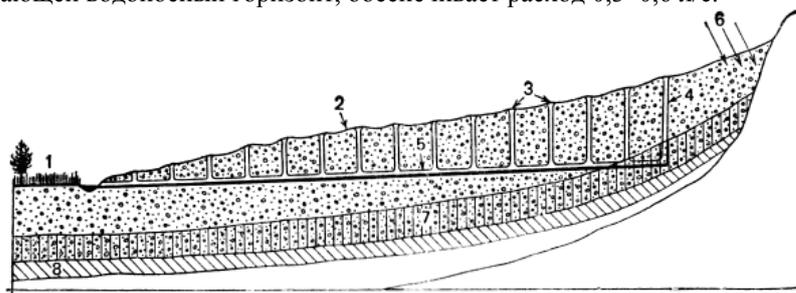


Рис. 1. Схема подземной водосборной галереи: 1 – орошаемый участок, 2 – подгорная равнина, 3 – вентиляционные шахты, 4 – головной колодец, 5 – горизонтальная галерея, 6 – атмосферные осадки, 7 – водоносный слой, 8 – водоупорный слой

Сбор воды является еще одним важным видом деятельности в Зимбабве. Наиболее распространенными методами являются использование инфильтрационные ямы, связанные борозды, *fanya juus* [3].

Инфильтрационные ямы выкапывают вдоль контура дренажных каналов, для улавливания воды за счет инфильтрации (рис. 2, а). Эти ямы имеют многофункциональное назначение. Некоторые фермеры заполняют ямы травой и другими органическими материалами для формирования компоста, другие фермеры высаживают фруктовые деревья и бананы вокруг ям. Инфильтрационные ямы служат также для сбора дождевой воды и обеспечивают проникновение влаги для сельскохозяйственных культур на склоне ям.

Связанные борозды похожи на обычные борозды, но имеют почвенные насыпи через секции траншей (рис. 2, б). Они улавливают и удерживают всю попадающую в них воду, которая затем инфильтруется на соседние поля для обеспечения влагой сельскохозяйственных культур.

Технология *fanya juus* является противоположностью связанным бороздам (рис. 2, в). Увлажненная почва извлекается из дренажного канала и укладывается шапкой в верхней части канала. В некоторых *fanya juus* высаживаются деревья и бананы. Это позволило использовать часть излишков воды, удерживаемой в канале.



Рис. 2. Технологии для сбора воды: а – инфильтрационные ямы; б – связанные борозды; в – *fanya juus*

Несмотря на очевидные преимущества использования поверхностных вод в стране, до сих пор отсутствуют подробные количественные данные и информация о степени использования водных ресурсов в стране, что затрудняет вывод о том, какие методы сбора воды предпочтительнее.

Окружающая среда и здоровье. Развитие системы орошения в Зимбабве оказывает, как правило, положительное влияние на здоровье человека. Наблюдается улучшение состояния питания людей. Положительный эффект носит двойной характер: 1) из-за экономического прогресса в результате развития орошения общины могут позволить себе лучшее медицинское обслуживание; 2) улучшение инфраструктуры (дороги, электричество и т.д.), которое сопровождает развитие орошения, способствует оказанию более качественных услуг здравоохранения, таких как иммунизация детей, планирование семьи и сохранение здоровья матери и ребенка. Однако, несмотря на положительный эффект на здоровье человека, развитие орошения (особенно поверхностного орошения) в стране связано с повышенным риском малярии, шистосомоза, кишечных заболеваний, агрохимических отравлений, кожных и глазных заболеваний.

Список литературы:

1. Chenje, M., (eds). 'State of the Environment – Zambezi Basin 2000.' SADC/IUCN/ZRA/SARDC, Maseru/Lusaka/Harare, 2000
2. Tumbare, M.J. (ed.) 2000. 'Management of River Basins and Dams: The Zambezi River.' A.A. Balkema, Rotterdam, the Netherlands / Brookfield, U.S.A.
3. World Bank. 2006. 'Zambezi River Basin – Sustainable Water Resources Development for Irrigated Agriculture.' TFESSD Africa Poverty and Environment Programme.

УДК 628.16.081

Анализ технологий производства питьевой бутилированной воды

Я.Н. Богданова, О.Б. Назаренко

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

E-mail: bjn88@sibmail.com

В связи с ухудшением экологической ситуации и повышением материального уровня жизни в городах нашей страны все большую популярность приобретает бутилированная вода [1]. В России за последние годы наблюдается стремительный рост потребления такой воды, так как качество водопроводной воды в значительной степени зависит от таких факторов, как состояние и протяженность водопроводных сетей, влияние экологических или технологических факторов и т.д. При прохождении по трубопроводам вода обогащается целым комплексом веществ, среди которых есть и не всегда безопасные для нашего здоровья, например, остаточный активный хлор, соединения железа и т. д. Питьевая вода не содержит подсластителей или химических добавок, калорий и сахара. Особую популярность в домашнем использовании питьевой бутилированной воды приобрели кулеры, в которых используются 19-литровые бутылки из поликарбоната – высококачественного экологически безопасного пластика.

В Томске лидерами по производству и продажам воды являются бутилированная вода «Афины» производства ОАО «Томское пиво» и бутилированная вода от компании «Ключевая вода». Оба производителя используют скважины, зарегистрированы в Кадастре подземных вод Томской области. По химическому составу подземные воды гидрокарбонатные натриево-кальциевые с средним значением минерализации 0,54–0,78 г/дм³, с общей жесткостью 6,5–7,0 мг-экв/дм³, рН 7,0–7,2. Вода из скважин не соответствует требованиям СанПиН 2.1.4.1074-01 [2] только по железу, концентрация которого составляет 4,75 мг/дм³, т. е. имеет место превышение ПДК почти в 5 раз. Однако к воде, расфасованной в емкости, предъявляются более высокие гигиенические требования в соответствии с СанПиН 2.1.4.1116-02 [3]. Исходя из этих требований, подземные воды нуждаются в корректировке следующих основных характеристик: запах, мутность, цветность, общая минерализация, жесткость и железо. Исходный состав примесей в воде важно учитывать при выборе технологии очистки воды.

Кальций и магний присутствуют во всех подземных водах. Их источником являются природные залежи известняка, гипса. Именно кальций и магний определяют жесткость воды. Избыток этих солей в воде может привести к сердечно-сосудистым патологиям (склероз, гипертония), заболеваниям кишечника-желудочного тракта, мочекаменной болезни. Избыток магния

оказывает в основном слабительных эффект (особенно сульфат магния), а также может приводить к дефициту кальция и фосфора. Соли способны накапливаться в организме и могут дать о себе знать по прошествии многих лет. Кроме того, наличие солей жесткости в воде в большом количестве, быстро выводит из строя нагревательные элементы бытовых электроприборов.

Органические вещества, присутствующие в природных водах, влияют на органолептические показатели их качества – вкус, запах, цветность, мутность.

Железо и марганец придают воде неприятную красновато-коричневую или черную окраску, ухудшают ее вкус, вызывают развитие железобактерий. Длительное употребление железистой воды способствует возникновению болезней крови, развитию инфарктов, заболеванию печени, оказывает негативное влияние на репродуктивную функцию организма. Поэтому технологическая цепочка подготовки воды для питьевых целей у любого производителя обязательно начинается с аэрации, с помощью которой железо воды переходит в нерастворимую форму, и в дальнейшем лучше оседает на фильтры. Далее отдельно рассмотрим две технологические цепочки производства питьевой бутилированной воды.

Вода природная питьевая «Афины» поступает из скважины № ТМ-546 глубиной 90 м в две накопительные емкости общей вместимостью 50 м³, где происходит отстаивание воды и оседание механических примесей. Далее вода фильтруется через механический фильтр с альбитофилом, который снижает содержание железа и взвешенных частиц размером более 60 мкм. Затем вода проходит обработку на водоочистном оборудовании. Первым следует фильтр обезжелезивания, который удаляет коллоидные примеси, соединения гуминовых и фульвокислот, Fe²⁺ и Fe³⁺, марганец, коллоидный кремний и крупные колонии бактерий. Загрузка фильтра состоит из гравия, каталитически активного фильтрующего материала МЖФ, ускоряющего реакции окисления кислородом воздуха и антрацита, обладающего большой грязеемкостью и задерживающего большое количество примесей. При производстве каталитического материала МЖФ диоксид марганца вводится в структуру частиц, поэтому активность материала сохраняется при износе его гранул. Так, в отличие от большинства каталитически активных загрузок, содержащих в качестве каталитически активного компонента диоксид марганца MnO₂, он позволяет использовать для окисления не только воздух, но и озон, гипохлорит натрия, перманганат, что дает возможность удалять сероводород, органические загрязнения и обеззараживать воду. Соотношение гидрокарбонатов к суммарному содержанию сульфатов и хлоридов не влияет на эффективность его работы. Исходные концентрации железа и марганца могут достигать до 50 и 2 мг/л соответственно. Регенерация фильтра проводится в автоматическом режиме обратным и прямым потоками. Второй этап – фильтр умягчения КУ-2-8, который снижает жесткость воды, удаляя ионы Ca²⁺ и Mg²⁺ путем замены на катионообменной смоле на ионы Na⁺. Катиониты КУ-2-8 – разновидность ионообменной смолы, негорючий, неплавкий материал, не растворимый и не ядовитый [4], имеет цвет от желтого до коричневого. Ионообменные смолы – высокомолекулярные вещества синтетического происхождения. Ионообменная смола в емкостях высокого давления установки умягчения, состоит из маленьких синтетических шариков диаметром от 0,3 до 1,2 мм, которые дают высокую ионообменную способность из-за пористой поверхности. Способность ионообменных смол ограничена. После прохождения через смолу определенного количества воды, её нужно регенерировать. Регенерация фильтра проводится в автоматическом режиме 8–12 %-м раствором NaCl, время регенерации определяется по расходу воды, по состоянию раствора соли. Смола заряжается новыми ионами натрия. В процессе регенерации, ионы кальция и магния удаляются в дренаж. После регенерации ионообменная смола может умягчить такое же количество воды. Использование катионита КУ-2-8 в настоящее время является экономически выгодным решением, а качество и надежность этой смолы проверена временем. Очищенная вода обеззараживается на бактерицидной установке Б-М 1/НД 9 непрерывным ультрафиолетовым излучением и поступает в накопительную емкость из нержавеющей стали вместительностью 6 м³, где кондиционируется по химическому составу и микродобавкам (серебру, йоду, фтору, селену). Затем готовая к розливу вода поступает в накопительную ёмкость вместительностью 15 м³, откуда подается на розлив.

Серебро способно в малых концентрациях оказывать бактерицидное действие. При концентрациях 50–100 мкг/л ионы серебра обладают бактериостатическим действием, т.е. способностью сдерживать рост и размножение бактерий. Однако, в тех концентрациях, которые разрешены действующими нормативами (0,025 мг/дм³) [3], серебро способно лишь притормозить рост бактерий в воде. Его можно использовать как способ продления срока хранения воды (при несоблюдении правил хранения и в зависимости от концентрации серебра возможно выпадение осадка и изменение цвета воды).

Технологическая схема производства питьевой бутилированной воды «Ключевая вода» имеет свои особенности. Источником воды служит собственная артезианская скважина № 1П-08 глубиной 120 метров, расположенная на территории производственного комплекса. Первая ступень очистки это аэратор – танк, в котором вода из артезианских скважин насыщается кислородом. Кислород переводит железо воды в нерастворимую форму, и оно в виде хлопьев оседает на фильтр. Песочно-гравийный фильтр, следующий после аэратора, производит очистку от грубых загрязнений. Проходя сквозь слои песка и гравия, в песочно-гравийном фильтре из воды удаляются мутные взвеси, и вода становится прозрачной. Взвешенные твердые примеси, присутствующие в природных водах, состоят из частиц глины, песка, ила, суспендированных органических и неорганических веществ, различных микроорганизмов. Взвешенные частицы влияют на прозрачность воды. Мутность воды вызвана присутствием в воде тонкодисперсных примесей, обусловленных нерастворимыми или коллоидными неорганическими и органическими веществами различного происхождения. Третья ступень очистки – BIRM-фильтр, материал из вулканической золы, обработанный диоксидом марганца, предназначенный для удаления из воды железа и марганца. Благодаря ему происходит ускорение реакции между растворённым кислородом, и соединениями железа. Четвертая ступень – угольный фильтр, состоящий из экологически чистого сырья, удаляет из воды методом адсорбции хлор, органические и неорганические соединения, посторонние запахи и вкусы. Промывка производится периодически с целью восстановления адсорбирующих свойств загрузки и удаления осадка. Дезинфекция фильтра паром предназначена для более глубокой отмывки и обеззараживания загрузки. Этот цикл проходит между несколькими обычными промывками. После адсорбирующего фильтра вода проходит через УФ-лампы, где уничтожаются болезнетворные микроорганизмы. Завершающая ступень очистки – обратный осмос, единственный способ получить максимально очищенную воду. В этом фильтре используется полупроницаемая мембрана, через которую проходят молекулы воды, но не проходит большая часть химических примесей. После прохождения фильтра обратного осмоса вода приближается по своему составу к дистиллированной. Обратный осмос служит барьером для всех растворимых солей, удаляется до 98,5 % примесей. Далее следует обогащение воды природными минеральными веществами в концентрациях, одобренных СанПиН 2.1.4.1116-02 [3]. Ученые давно вывели четко сбалансированную норму оптимальной минерализации воды, суммарного содержания всех найденных при химическом анализе воды минеральных веществ, – 100,0–1000,0 мг/л, к которой стремятся производители. Вкус воды, ее органолептические свойства создает именно минерализация. Сравнение состава «Ключевой воды» с нормами физиологической полноценности воды [1] показало значительное снижение до критических значений рН, общей жесткости, гидрокарбонат-иона, кальция, кремния и изменение ионного состава вод.

Серебро при производстве «Ключевой воды» не используется. После проведения ряда исследований производитель «Ключевой воды» пришел к выводу о негативном воздействии так называемого серебрения воды, т. е. обработки воды серебром. Как и большинство тяжелых металлов, серебро медленно выводится из организма и при его постоянном поступлении может накапливаться. При длительном (до 10 и более лет) накоплении серебра возможно проявление признаков аргироза – отравления серебром (оно не представляет угрозы для жизни). Физиологическая роль серебра в организме человека пока изучена недостаточно. Серебро поступает в организм в ничтожно малых количествах (среднее суточное поступление составляет около 7 мкг в сутки, по данным ВОЗ) и при этом дефицит серебра пока нигде не описан.

Если сравнивать технологическую цепочку производства двух видов бутилированной воды, можно сделать вывод, что при производстве «Ключевой воды» используют достаточно дорогостоящее оборудование. Вода после обработки на установке обратного осмоса по своим свойствам близка к дистиллированной, что полезным для здоровья не является. Перед фильтром обратного осмоса для его бесперебойной работы необходимо иметь картриджный фильтр. Последующая минерализация воды приводит к переходу ионного состава в хлоридно-сульфатный магниевно-натриевый. Перечисленные выше обстоятельства делают свой вклад в стоимость бутилированной воды «Ключевая вода», которая выше стоимости бутилированной воды «Афины».

Технологическая цепочка производства бутилированной воды «Афины» включает фильтр умягчения, который вызывает увеличение содержания ионов натрия и уменьшение содержания ионов калия, но концентрации указанных элементов не превышают рекомендуемых СанПиН значений. Выводы об изменении ионного состава будут сделаны после проведения полного химического анализа питьевой воды «Афины».

Список литературы:

1. Хвашевская А.А., Копылова Ю.Г. Оценка качества бутылированных вод г. Томска // КарлсТом 2010 – Современные проблемы очистки воды. Наночастицы в водных объектах: Материалы V Российско-германского семинара. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – С. 73–79.
2. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.1074-01».
3. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.1116-02».
4. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. СанПиН 2.3.2. 2804-10».

УДК: 53.087.

Значение радиационного мониторинга местности в урбозологии (на примере города Юрги)

К.Н. Орлова

*Юргинский технологический институт Национального исследовательского Томского политехнического университета, г. Юрга, Россия
e-mail:kemsur@rambler.ru*

В работе представлены исследования фонового значения мощности эквивалентной дозы гамма-излучения на территории города Юрги. Показано превышение максимальной нормы фонового значения в трех районах города, в том числе в одном жилом районе.

Все источники радиации на планете можно разделить на естественные (космическое излучение, газы, радионуклиды) и искусственные (причиной появления которых стал человек). Наибольшее значение облучения принято ассоциировать с облучением в результате аварий на объектах повышенной ядерной опасности и от испытаний ядерного оружия. Но согласно данным Международной комиссии по радиологической защите, в большинстве стран мира, источники ионизирующего излучения природного происхождения создают около 50% средней дозы облучения человека, а вклад техногенных источников, которые попали в окружающую среду в результате радиационных аварий на атомных электростанциях и испытаний ядерного оружия, не превышает 0,03 %. Значительный процент в облучение человека вносит использование ионизирующего излучения в медицине (рис.1).

Исходя из этих данных, вытекает необходимость и актуальность экологических исследований радиационной безопасности в населенных пунктах, в том числе на территории, не прилегающей к объектам повышенной радиационной опасности.

Цель исследования: провести радиационный мониторинг на примере города Юрги.

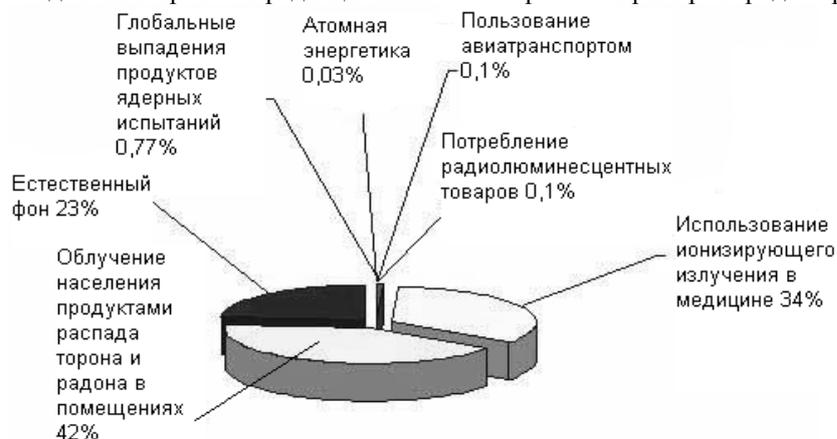


Рис. 1. Источники радиоактивного облучения человека, проживающего на территории Российской Федерации, за год

Гамма-излучение возникает при ядерных реакциях, α - и β -распадах радиоактивных ядер, элементарных частиц, при аннигиляции пар частица-античастица, а также при прохождении быстрых заряженных частиц через вещество. Гамма-излучение, сопровождающее распад радиоактивных ядер, испускается при переходах ядра из более возбужденного энергетического состояния в менее возбужденное или в основное. Поэтому оно является легче детектируемым и наиболее распространенным.

Проведение измерений дозиметрических характеристик гамма-излучения производилось преимущественно в ясную погоду при атмосферном давлении 750-760 мм.рт.ст. Этот выбор обусловлен выявленной количественной зависимостью космических лучей и формирования облачности и осадков. Космические лучи могут более чем на 10 % изменять показания дозиметров. Поэтому для исключения этого влияния показания снимались при одинаковой ясной погоде и на одинаковом расстоянии 1 м. от грунта, строго в горизонтальном положении при величине относительной погрешности не более 7%. Измерения на высоте 1 м – это своеобразный стандарт, связанный с определенной геометрией и соотношением гамма- и бета-излучений и местоположением наиболее чувствительной части тела стоящего человека.

Произведенные измерения ambientной эквивалентной дозы и мощности дозы гамма-излучения были сопоставлены с утвержденными нормами по радиационной безопасности. Согласно санитарным правилам СанПин 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)», утвержденным 1 сентября 2009 года вместо НРБ-99 [1], максимальная мощность эффективной дозы гамма-излучения на рабочем месте - 2,5 мкЗв/ч. При проведении обследований и оценке по показаниям дозиметра опасности облучения необходимо помнить, что последствия облучения определяются не мощностью дозы, а суммарной полученной дозой, т.е. мощностью дозы, умноженной на время, в течение которого облучается человек. Например, если мощность дозы составляет 0,11 мкЗв/ч, то облучение в течение года (8760 ч) создаст дозу ~1 мЗв – по СанПин 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)» предел, который не должен превышать при техногенном облучении населения.

На карте-схеме города Юрги (рис. 2) пронумерованы точки, в которых производились замеры. Преимущественно выбирались разные районы города с жилыми домами и промышленными постройками. В таблице 1 отражены полученные численные значения с рассчитанной годовой дозой гамма-излучения. Значения, превышающие норму 1 мЗв, определены для трех точек. На карте-схеме первые повышенные значения зарегистрированы под номером четыре. Эта местность является близлежащей к машиностроительному заводу, точнее ТЭЦ. Высокие значения можно объяснить находящимися неподалеку шлаковыми насыпями [2]. Также значения превышающие норму определены на территории принадлежащей абразивному заводу, где находятся хранилища для осаждения шлама. Значения, превышающие норму, зарегистрированы также для жилого района (на схеме он обозначен цифрой 3). Столь высокие значения могут быть обусловлены холмистым рельефом местности, оврагами, перепадами высот и находящимися на другой стороне реки горами. Подобный рельеф стимулирует повышенный выход радона, что в свою очередь дает вклад в показания мощности дозы гамма-излучения.



Рис. 2. Карта-схема города Юрги

Таблица 1. Карточка регистрации мощности эквивалентной дозы гамма-излучения

Место измерения (номер точки на карте-схеме)	Дополнительная характеристика места измерения	Мощность дозы, Н мкЗв/ч				Среднее значение Н	Годовая доза облучения, мЗв
		1	2	3	Показания дозиметра		
1	Тротуарное покрытие-асфальт	0,10	0,11	0,10	0,10	0,91	
2	Покрывтие газон, почва-суглинок	0,10	0,09	0,10	0,10	0,85	
3	Покрывтие газон, почва глина	0,12	0,13	0,13	0,13	1,11	
4	Поле, почва супесь	0,17	0,16	0,15	0,16	1,40	
5	Тротуарное покрытие-асфальт	0,11	0,10	0,10	0,10	0,91	
6	Покрывтие газон, почва суглинок	0,08	0,08	0,08	0,08	0,70	
7	Покрывтие газон, почва глина	0,10	0,11	0,11	0,11	0,93	
8	Тротуарное покрытие-асфальт	0,07	0,08	0,08	0,08	0,67	
9	Тротуарное покрытие-асфальт	0,09	0,09	0,10	0,09	0,82	
10	Поле, почва супесь	0,15	0,16	0,15	0,15	1,34	

Выводы:

При проведении экологического радиационного мониторинга является актуальным обследование урботерритории. Согласно оценке дозиметрических характеристик на территории города Юрги, получены значения, в трех точках превышающие соответствующую норму. При проведении обследования местности необходимо учитывать факторы расположения отходов промышленности и холмистый рельеф местности, горы, тектонические разломы, которые могут вносить изменения в дозиметрические характеристики вплоть до превышения максимальной дозы в несколько раз.

Список литературы:

1. СанПиН 2.6.2523-09 «Нормы радиационной безопасности НРБ-99/2009» от 7 июля 2009 года, N 47: Зарегистрировано в МинЮсте РФ 14 августа 2009 года, N 14534. 2009.
2. <http://n-t.ru/nj/nz/1986/0901.htm>.

УДК 581.824

Экологические методы в системе безопасности энергоснабжения Сибири**А.Н. Панов***Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия**E-mail: panov_1958@hotmail.com*

Исследования проводили в период разработки технологии очистки отчужденных территорий от нежелательной древесно кустарниковой растительности. Выявлены механизмы адаптации растительных организмов на уровне листового аппарата, в зависимости от видовых и экологических условий произрастания лесной растительности.

Проблема защиты ЛЭП или линий электрических передач от древесной растительности в Сибири до настоящего времени остается актуальной. Для безопасной эксплуатации ЛЭП необходимо постоянно поддерживать свободными подъезды и подходы к технологическому оборудованию. Трассы часто проходят по лесным участкам, заболоченным и пересеченными оврагами и небольшими реками территориям. Проблема обостряется тем, что в Сибири линии

электрических передач прокладываются на почвах, способствующих интенсивному росту древесной растительности. Побеговые способны вызывать замыкание проводов, что ведет к сбою работы всей системы. С другой стороны роль лесных экосистем в сохранении экологического равновесия на региональном и глобальном уровне многократно превышает их утилитарное значение. В последние годы возрастает пресс техногенных нагрузок на природную среду. Мониторинг лесных экологических систем исходит из самой сущности устойчивости и развития лесов. При проведении природоохранных мероприятий и многолетних наблюдений часто используют методики, которые зачастую не отражают реальной картины изменений в природе. Знание закономерностей физиологических процессов растительных организмов является основой для долгосрочных прогнозов развития биоценозов, что позволит предотвращать возникновение и развитие экологических катастроф и техногенных аварий на промышленных предприятиях. [1-3]. На современном этапе, промышленные нагрузки оказывают уже глобальные изменения на природную среду, следовательно, необходим учет особенностей развития древесно-кустарниковой растительности, например, в ответ на воздействие техногенных аэрозолей. Поэтому появляется необходимость осуществлять действенный контроль над экологическим состоянием лесных фитоценозов, произрастающих на отчужденных территориях или граничащих с ЛЭП.

Знание закономерностей физиологических процессов растительных организмов является основой для долгосрочных прогнозов развития биоценозов, что позволит предотвращать возникновение и развитие нежелательных процессов в природной среде. Наиболее удобным объектом для проведения мониторинга внешнего воздействия на древесно-кустарниковую растительность может служить листовая аппарат древесной растительности. Целью настоящего исследования явилось изучение ответных реакций древесно-кустарниковой растительности, произрастающей на отчужденной территории, в ответ на воздействие 0,5 % аэрозоля арборицида раундапа.

Объектом исследования служили листья и почки березы (*Betula pubescens* Ehrh.), осины (*Populus tremula* L.) и ивы пепельно - серой (*Salix cinerea* L.). Опытные и контрольные растения находились в одинаковых условиях произрастания. Исследования проводили на листьях и почках среднего яруса кроны растений. С листовым аппаратом работали при оптимальных условиях развития организма в середине вегетационного сезона. Почку собирали по завершению данного периода. Пигментный комплекс фотосинтетического аппарата определяли согласно рекомендациям А.А. Шлыка [4]. Водный режим листового аппарата определяли по общепринятым методикам [5].

Проведенные исследования показали, что опытные и контрольные растения находились в одинаковых условиях произрастания.

Динамика изменения веса листа характеризуют миграцию воды в листовую пластину. Результаты наших исследований показали, что через 24 часа после контакта листового аппарата березы с аэрозолем произошло увеличение сырого веса 1 см^2 и достигало веса 8,57 мг, что на 2,67 мг превышало контрольные показатели. Через 72 часа наметилась тенденция снижения сырого веса листовой пластинки. Анализируемый параметр листа березы приближался к контрольным параметрам. Более того, к моменту завершения наблюдений или через 96 часов сырой вес листа контрольных растений на 0,56 мг превосходил аналогичных показателей опытных растений. Сухой вес листа в течение опыта не изменялся. Объективным показателем, позволяющим судить о водном обмене листового аппарата, является соотношение сухого веса 1 см^2 листа к его влажности. В контроле данное соотношение составляло 33,8 %. В опытном варианте у березы через 24 часа произошло снижение до 22,4 %. В дальнейшем наметилась тенденция роста сухого вещества относительно влажности листа, и к концу наблюдений составляло более 35 %.

Изменение водного обмена листа березы было направлено на поступление дополнительной воды в листовую пластину именно в первые сутки после контакта растения с раундапом. Наблюдалось преобладание удельного веса воды над сухим весом. Данные факты указывают на способность березы длительное время удерживать избыточное количество воды. Активизация поступления воды в лист создает условия для снижения концентрации изучаемого препарата.

У осины влажность листа изменялась менее интенсивно, чем у березы. Однако общая тенденция сохранилась. Количественные показатели сухого веса листовой пластинки осины оставались без изменения. Изменялось соотношение сухого веса листа осины к влажности листа. В контроле у осины это соотношение было выше аналогичных показателей березы и составляло 41%. Суточное воздействие аэрозоля на осину приводило к уменьшению данного показателя до

36%. На третьи и четвертые сутки наблюдений регистрировали изменение анализируемого соотношения в сторону увеличения сухого веса. Превышение составляло более 50%.

Ива, в отличие от березы и осины, через 24 часа после воздействия техногенного аэрозоля снижала влажность листовой пластины. Параллельно с уменьшением влажности листа наблюдали повышение сухого веса. В природной среде у ивы относительно березы и осины наблюдали уменьшение соотношения сухого веса к влажности листа. Однако к концу опыта у ивы вновь менялось соотношение в сторону повышения доли сухого веса в листовой пластинке.

Измерение скорости транспирации в природной среде показало, что существует видовая зависимость. После контакта березы с аэрозолем скорость испарения воды с поверхности листа постоянно возрастала. Реакция осины проявлялась в том, что через 24 часа после контакта аэрозоля с листом интенсивность транспирации не возрастала. Ива в первые часы опыта резко сократила скорость транспирации. Только через 48 часов процессы испарения воды достигали контрольных показателей. Однако через 72 часа после контакта с аэрозолем транспирация возвращалась на исходный уровень.

На первом этапе аэрозоль стимулировал накопление хлорофилла *a* в листовом аппарате березы. Через 96 часов после контакта растения с исследуемым фактором наметилась устойчивая тенденция разрушения хлорофилла *a*. В течение 24 часов с момента контакта березы с аэрозолем произошло двукратное увеличение хлорофилла *b*, затем происходило медленное разрушение данного пигмента. У осины количество хлорофилла *a* было больше, чем у обработанных растений. На протяжении 168 часов после контакта техногенного аэрозоля с листом количество хлорофилла *a* плавно уменьшалась до 10 % от исходного состояния. Однако в отношении хлорофилла *b*, какой либо закономерности нами не обнаружено.

Анализ водного обмена листового аппарата березы показывает, что адаптационные механизмы растительного организма были направлены на выведение токсического агента. Именно в листовой пластинке шло разбавление летальной концентрации токсина. Затем происходило его выведение при помощи дополнительного количества воды, которое поступало в лист березы. На избыточное поступление воды указывает и такой показатель, как превышение влажности над сухим весом листа. На добавочный приток воды в лист березы существенное влияние оказывал и верхний концевой двигатель. В результате усиления транспирации снижается водный потенциал, следовательно, возрастала сосущая сила. Как показано исследованиями транспортная сеть в фотосинтезирующем органе формируется закладыванием сети крупных жилок. Процесс пролонгирован во времени и вдоль поверхности листа от его вершины к основанию [6]. Береза в экстремальных условиях в первые сутки после контакта с аэрозолем была способна подавать и удерживать в листовой пластине определенный запас воды, предотвращающий поступление токсина к подземным органам. В корневой системе раундап способен блокировать синтез важных аминокислот [2].

Через 48 часов восходящий ток воды уже не восполнял потери воды листовым аппаратом. Развивались процессы характерные для старения листа. Ход разрушения мезофилла листа березы приобретал необратимый характер. В дальнейшем вода по закону диффузии проникала в разрушенные структуры листа и заполняла межклеточные пространства, увеличивая вес листовой пластинки. Вероятно, возрастала скорость испарения воды из-за разрушения и расхождения клеток кутикулы листа, что также указывает на процессы старения листовой пластинки. Дефицит питательных веществ ухудшал условия подготовки почки к зимнему периоду, что снижало шансы растений на выживание в будущем вегетационном сезоне.

В ответ на неблагоприятные природные факторы хлоропласт способен осуществлять процесс трансформации энергии с достаточно высокой эффективностью и быстро приспосабливаться к изменению окружающей среды [7]. На первоначальном этапе в березовом листе наблюдали усиление синтеза хлорофилла *a*, что необходимо рассматривать как приспособительную реакцию. Именно хлорофилл *a* участвует в создании органических ассимилянтов, которые способны связать инородные тела и значительно снижать неблагоприятное воздействие токсинов на растительный организм. Однако дальнейшее пребывание яда в листовой пластине приводит к тому, что избыточное поступление воды в лист воздействует на пространственную организацию хлорофилла. Это способствует ослаблению взаимодействия пигментов с белками мембраны и нарушению фотосинтеза [8]. Хлорофилл *b* участвует в системе, собирающий кванты света, для передачи их на реакционный центр. При неблагоприятных факторах он подвергся разрушению. Параллельно разрушению хлорофиллов наблюдали деградацию каротиноидов, задача которых призвана предохранять молекулы хлорофиллов от необратимого фотоокисления.

Защитная реакция ивы на воздействия изучаемого аэрозоля отличалась от механизмов адаптации березы. Лист закрывал все поверхностные клетки, тем самым предотвращал поступление токсина в листовую пластину. Уменьшалось и поступление воды из почвы. Следовательно, сокращался транспортный ток в растении, и уменьшалась вероятность попадания токсинов к корням. Активизация водного обмена через 72 часа в первую очередь вызвана физиологическими и биохимическими процессами. Во вторую очередь необходимостью выведения токсина из листа через резкое усиление транспирации. Осина занимала промежуточное положение относительно березы и ивы.

Интегральным показателем, характеризующим потенциал растений, является состояние почки. Данные наших исследований показывают, что в опытных группах произошли морфометрические изменения. Вес березовой почки в экспериментальной группе снижался до 20 %. Почти на половину уменьшалась ее длина. На 30 % сократилось количество хлорофилла а.

Таким образом, результаты наших исследований показывают, что в системе мониторинга устойчивости лесных фитоценозов оправдано использование методов изучения физиологических процессов у известной и распространенной растительности Сибири. Знание закономерностей ответных реакций растительного организма на уровне листового аппарата является доступным и оперативным. При необходимости, возможно, обучить сотрудников лесных служб использованию данных методик, что поможет получать объективную картину состояния растительных сообществ на обширных пространствах.

Список литературы:

1. Пологова Н.Н., Дюкарев А.Г. Мониторинг лесных экосистем в лесоболотной зоне // Шестое Сибирское совещание по климату - экологическому мониторингу. Материалы совещания / Под ред. М.В. Кабанова. Томск, 2005. с. 242-246.
2. Мартынов А.Н., Красновидов А.Н., Фомин А.В. Применения раундапа в лесу // Спб.: СПбНИИЛХ, 1998, 148 с.
3. Алексеев Н.А., Колпаков В.А., Новиков В.Г., Цехановская Н.А. Определение выбросов загрязняющих веществ от шпалопропиточного производства // Чтение памяти Ю.А. Львова: Материалы II Межрегиональной экологической конференции. Томск.: томский университет, 1998. С. 97.
4. Шлык А. А. Определение хлорофиллов и каротиноидов в экстрактах зеленых листьев // Биохимические методы в физиологии. М.: Наука, 1971. С. 154 - 170.
5. Сказкин Ф.Д., Ловчиновская Е.И., Красносельская Т.А., Миллер М.С., Анিকেев В.В. Практикум по физиологии растений. М.: Советская наука. 1953. 310 с.
6. Гамалей Ю.В. Транспорт и распределение ассимилянтов в растении, подходы, методы и направления исследований // Физиология растений 2002. том 49, № 1, с. 22-39.
7. Зотикова А.П. Диагностика состояния кедрового леса по активности первичных фотосинтетических реакций // Проблемы кедрового леса. Вып. 7. Экология, современное состояние, использование и восстановление кедровых лесов Сибири. Томск, 2003. С. 76- 80.
8. Полевой В.В., Саломатова Т.С. Физиология роста и развития растений. Л.: Издательство, Ленинградского университета, 1991. 240 с.

УДК 621.1

Аналитическая оценка влияния методов снижения выбросов NO_x и SO_2 на надежность и экономичность работы котельных агрегатов ТЭС

В.В. Пинигин, С.А. Иванов

Забайкальский государственный университет, ЗабГУ

E-mail: vaso-88@mail.ru

Рассмотрены особенности механизмов образования оксидов серы и азота. Представлен анализ существующих способов снижения эмиссии вредных веществ и их влияния на надежность и экономичность работы котельных агрегатов ТЭС.

В настоящее время существует значительное количество методов и технологий, позволяющих произвести очистку дымовых газов ТЭС от вредных составляющих. Эффективность этих мероприятий достаточно высока, однако существенным их недостатком является высокая стоимость оборудования и эксплуатации, а также сложность технологических процессов и

необходимость осуществления конструктивных изменений элементов энергетического оборудования и котельных агрегатов в частности.

Российским законодательством для традиционных тепловых электростанций, работающих на твердом топливе, были установлены нормы выброса оксидов азота и серы в соответствии с ГОСТ Р 50831-95. В связи с этим на большей части ТЭС страны необходимо внедрение природоохранных технологий, эффективность которых позволила бы сохранить существующий парк котельных агрегатов, продлив тем самым срок их эксплуатации.

Как известно, механизм образования оксидов азота при сжигании органического топлива имеет двойственную природу: образование за счет окисления азота воздуха, поступающего в топку при горении (т.н. «быстрые» оксиды), и за счет окисления азотсодержащих соединений, входящих в состав топлива (топливные оксиды).

Образование «быстрых» оксидов азота зависит, главным образом, от коэффициента избытка воздуха в ядре факела, температуры уходящих газов и скорости их охлаждения. Так с ростом температуры продуктов сгорания от 1500 до 2100°C образование «воздушных» оксидов азота возрастает в несколько раз. Однако в диапазоне температур, не превышающих 1000°C, образование NO_x практически не происходит.

Существенным оказывается влияние избытка воздуха, что начинает проявляться уже при температуре выше 1000°C и коэффициенте избытка воздуха в топке, равном 0,6-0,8.

Если проводить сравнение удельных объемов термических и топливных оксидов азота в продуктах сгорания, то здесь основную долю составляют топливные оксиды, поскольку их выброс зависит, главным образом, от содержания азота в исходном топливе. Процесс образования топливных оксидов азота начинает протекать при температуре 630-680°C.

Можно выделить основные особенности процесса эмиссии топливных оксидов азота:

- образование топливных оксидов азота в меньшей мере зависит от температуры и сильно зависит от концентрации кислорода в зоне горения;
- химический состав и количество, образующейся золы, не оказывают влияния на содержание NO_x в уходящих газах;
- использование извести в процессе сжигания твердого топлива приводит к увеличению выброса оксидов азота, оказывая каталитическое действие.

В основе существующих способов снижения выбросов NO_x лежит обработка продуктов сгорания химическими реагентами, а также мероприятия, направленные на уменьшение количества кислорода и молекулярного азота в зоне горения, на снижение температуры, при которой происходит горение. Такими способами являются сжигание с пониженными избытками воздуха, нестехиометрическое (ступенчатое) сжигание, рециркуляция дымовых газов, применение малотоксичных горелок, концентрическое сжигание, reburning, технологии селективного каталитического и некаталитического восстановления.

Достоинство концентрического способа сжигания топлива состоит в сниженном по сравнению с обычным способом сжигания уровне недожога, что объясняется плавным (не скачкообразным) воспламенением. Кроме того, при переходе на сжигание в высококонцентрированном потоке значительно снижается вероятность шлакования и коррозии поверхностей нагрева котла; технология сжигания высококонцентрированной пыли не вызывает ухудшения экономичности котельного агрегата; стоимость реализации данной технологии оказывается гораздо ниже аналогичных по эффективности типовых решений.

Однако технология сжигания топлива в высококонцентрированном потоке аэросмеси оказывается оправданной только на котлах, сжигающих высокорреакционные угли, а на ТЭС, сжигающих антрациты и тощие угли, ее применение приводит к снижению КПД котельных агрегатов и существенному увеличению потерь с механическим недожогом.

В инженерном плане процесс горения должен быть организован таким образом, чтобы преобладающее значение имели реакции, которые обеспечивали бы подпитку зоны горения газами восстановителями (H_2 , CO), а также частицами сажи, которые могут химически реагировать с оксидами азота.

Как показывает статистика, в большинстве случаев (водогрейные котлы и котлы производительностью до 670 т/ч) объем выброса оксидов азота в 1,5-2,0 раза превышает нормативные значения. И, как правило, модернизация устаревшего оборудования, связанная с реконструкцией, не всегда оказывается экономически оправданной. Поэтому для таких котлов наиболее выгодными являются малозатратные технологические мероприятия (без внесения каких-либо изменений в конструкцию котла). на практике оказывается, что применение какого-либо

одного метода не позволяет достичь требуемой эффективности в борьбе с выбросом NO_x . В этом случае прибегают к их комбинированию.

Для котлов, работающих на твердом топливе (а это, главным образом, котлы, расположенные на электростанциях Сибири и Дальнего Востока России) наиболее оправданными на сегодняшний день (с точки зрения технико-экономических показателей) являются не режимные технологические мероприятия, связанные с модернизацией: использование малотоксичных горелок, рециркуляция дымовых газов, концентрическое сжигание с восстановлением NO_x (reburning). Проведение мероприятий по модернизации может быть успешно реализовано в ходе текущих и плановых капитальных ремонтов.

В отношении механизма образования диоксида серы решающее значение имеют физико-химические свойства твердого топлива, а именно его зольность и калорийность. Ухудшение качества топлива создает условия, при которых для обеспечения работы котельного оборудования в базовом диапазоне нагрузок требуется использовать больше топлива. Ко всему этому добавляется потребность в больших расходах топлива, используемого для поддержания процесса горения (природный газ или мазут), совместное сжигание которого вместе с углем значительно ухудшает эколого-экономические показатели котлов: повышается механический недожог топлива, снижается КПД-брутто. При этом возрастает скорость высокотемпературной коррозии экранных поверхностей, что также вызывает снижение надежности эксплуатации.

Для котлов, сжигающих мало- и среднесернистое топливо, разработаны технологии с использованием имеющегося на ТЭС оборудования – топочных камер котлов, газоходов, сухих и мокрых золоуловителей. Все эти методы по технологическому принципу подразделяются на: сухие (сухая известняковая технология), мокросухие и мокрые (известняковая, аммиачно-сульфатная, озонно-аммиачная, сульфат-магниева).

Приведенные выше методы уменьшения выбросов окислов азота и серы, хотя и обеспечивают высокую степень очистки дымовых газов, также имеют определенные недостатки, влияющие на надежность и экономичность работы котельных агрегатов. Так, например, режимные способы подавления оксидов азота, основанные на изменении режима горения, обладают общим недостатком, который заключается в снижении экологической эффективности способа при снижении нагрузки котельного агрегата (происходит дисбаланс соотношения топливо-воздух), повышенном количестве горючих в уносе, и интенсивной коррозии нижней радиационной части поверхностей нагрева. При упрощенном двухступенчатом сжигании серосодержащего топлива на котлах сверхкритического давления возможна также высокотемпературная коррозия экранных поверхностей нагрева. Кроме этого поддержание работы котельного агрегата с применением режимных мероприятий по снижению эмиссии NO_x требует наличия современных средств автоматизации и высокой квалификации персонала, т.к. в этом случае возникает необходимость постоянного контроля процесса горения.

Среди способов сероочистки наибольшее влияние на надежность и экономичность котельного агрегата оказывают сухие способы. Это связано с тем, что преднамеренный ввод в топку котельного агрегата абсорбентов, содержащих известь или соду, вызывает снижение температуры в ядре факела, перерасход топлива на поддержание заданной нагрузки котла, увеличение расхода электроэнергии на собственные нужды, обусловленное ростом объема дымовых газов и количества золы, и как следствие, интенсивный эрозионный износ поверхностей нагрева. К тому же применение сухой технологии (например, известковой) может приводить к изменению температуры плавления золы. Поэтому применение этой технологии возможно при сжигании углей, зола которых имеет температуру размягчения 1300°C и выше, поскольку способно вызвать повышенное шлакование поверхностей нагрева котла, снижая тем самым его надежность.

Кроме того, надежность работы котельного агрегата во многом зависит от конструкции и работы топочных устройств, что также является немаловажным при разработке технологических мероприятий по повышению экологичности сжигания твердого топлива.

Поскольку в современных конструкциях котельных установок применяются различные схемы расположения горелок, компоновки поверхностей нагрева и схемы экранирования топочных камер, то в каждом из таких вариантов установок в большей мере негативному влиянию от реализации сухой технологии подавления эмиссии вредных выбросов оказываются подверженными соответствующие элементы конструкции. Основным проявлением негативного воздействия сухих сорбентов на элементы котельных агрегатов является снижение надежности и безотказности работы поверхностей нагрева, что связано с повышенной интенсивностью их эрозионного износа

Таким образом, каждый из существующих на сегодняшний день способов снижения выбросов NO_x и SO₂ обладает своими достоинствами и недостатками, оказывает определенное негативное воздействие на экономичность и надежность котельного агрегата и элементов газового тракта. Поэтому выбор конкретной технологии зависит от условий, в которых планируется ее внедрение и должно производиться на основе технико-экономического обоснования целесообразности применения того или иного мероприятия совместно с прогнозированием показателей надежности и безотказности работы оборудования.

УДК 376.5

Экологическое образование для устойчивого развития*О.В. Ротарь, Д.В. Искрижицкая, Ф.С. Абакарова**Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**E-mail: rotarov@tpu.ru*

Показана необходимость экологического образования для сохранения гармонии между обществом и природой, а также возможность использования интерактивных методов в изучении основ экологии, способствующих формированию экологической культуры, мировоззрения и этики.

Концепция устойчивого развития предполагает сбалансированное развитие трех компонентов: природа – хозяйство – население, позволяющее достижения высокого уровня благосостояния людей и сохранения природных ресурсов для будущего поколения. В настоящее время концепция экологического образования стала тесно соприкасаться с устойчивым развитием. Возникло новое понятие «образование в целях устойчивого развития», которое обозначает использование не только охраны окружающей среды, но и рациональное использование природных ресурсов и экологически чистых технологий. Сегодня экология и как наука, и как предмет приобретает все большую актуальность: значительно расширяется охватываемый ею круг вопросов, укрепляется сознание того, что для сохранения общества требуется не только «охрана» окружающей среды, но и ее познание и изучение.

Организация и развитие системы непрерывного экологического образования является основным принципом охраны окружающей среды, о котором говорится в Федеральном законе РФ «об охране окружающей среды». Сохранить природу возможно только при эффективном экологическом образовании студентов всех специальностей, которые впоследствии способны принимать грамотные решения по экологическим проблемам на любом производстве.

Общие экологические вопросы становятся социальными проблемами. Экологическое образование в формировании устойчивого развития требует конкретных исследований, основанных на системном подходе. Процесс формирования экологически грамотной личности необходимо начинать с рождения человека. Для людей старшего поколения отношение к природе строилось по типу:

*Я – человек...смотри, какой я смелый.**Как я силен, как я красноречив.**Гляди, моим хитросплетеньям мысли ПРИБОДА – и она подчинена.**Я все могу. Я ум тысячелетий в себя вобрал.**Инстинкт далеких предков я перевел в науку, ремесло перековал в индустрию.**Порывы я превратил в искусство и стихи.**Я влагу дал пустыням.**Даже реки по новым руслу течь заставил.**Горы пронзил тоннелями и в мертвый космос**Я жизнь принес на огненных столбах.*

Отношение человека к природе всегда опосредовано общественными, политическими и производственными структурами. Поэтому наука, изучающая сущность взаимодействия общества и природы, должна оказывать ориентирующее мировоззренческое влияние не только на отдельные личности, но и на принятые в обществе мнения, ценности, духовную культуру. Устойчивое человеческое развитие предполагает гармонию материального и духовного начала жизни. В случае отсутствия таких ценностей, как добро, красота, свобода, справедливость все другие человеческие устремления теряют смысл. Сущность концепции устойчивого развития заключается в удовлетворении потребностей настоящего поколения, не подвергая риску будущее поколение. Серьезная проблема – это наше представление о духовных ценностях, но такие ценности как

чистая вода и воздух, качественные продукты питания воспринимаются большинством людей через призму личного комфорта. Главным условием устойчивого развития общества является желание учиться и наличие творческого потенциала у студентов, так как информирование учащегося без их желания - это трата времени впустую. Знания должны быть приобретены, «открыты» личностью, тогда знания станут для человека значительными. А как это сделать - зависит от преподавателя: только заинтересовав, мотивировав, создав условия, чтобы у студентов возникла потребность к приобретению знаний.

Экологическое образование и воспитание, возможное через гуманитаризацию университетского технического образования, приобретает смысл комплексной задачи реформирования обучения, заключающегося в духовном и культурном развитии будущего специалиста посредством новых обучающих методик [1]. Гуманитарные знания способствуют формированию гармонично развитой личности, которая может оценить реально существующий мир в ценностно-смысловом аспекте. Гуманитаризация образования состоит в выработке у студентов гуманистического сознания, мировоззрения, т.к. по словам Д. Лихачева «Будущий век должен стать веком гуманитарного мышления или его не будет совсем». Поэтому в учебно-воспитательный процесс необходимо вводить разнообразные средства (приемы, методики, проекты), формирующие у студентов гуманитарное мышление, применительно к экологии - экологическое мировоззрение, культуру и этику.

Экологическое образование – особая, быстро развивающаяся система специальных знаний, активно использующая достижения педагогики, психологии и социологии, так называемая гуманитарная модель образования (ГМО). Новая образовательная парадигма экологического образования утверждает принцип гуманизма - признание приоритета природных факторов человеческого бытия.

Современного студента надо научить чувствовать, мыслить, входить в контакт и взаимодействие, уметь добывать, усваивать и использовать полученную информацию.

Для активизации познавательной деятельности студентов и эффективности преподавания основ экологии необходимо знать уровень развития познавательных процессов (восприятие, внимание, мотивация, достижения). Элементом ГМО являются «субъект – субъективные» отношения, при которых складывается целостный учебный и воспитательный процесс. Авторы согласны с В.А. Сухомлинским, что воспитание заключается в оттачивании у человека способности «быть воспитанным».

Девизом экологического образования стала известная фраза французского философа Рене Дюбо: «Мыслить глобально - действовать локально». Ведь в этой фразе емко сформулирован основной принцип, определяющий стратегию и тактику экологического образования, согласующийся со смыслом концепции устойчивого развития.. Чтобы действовать, надо знать как и ответственные социально-экологические действия возможны только на основе понимания процессов, происходящих в окружающее среде, творческую реализацию человеком самого себя, понимание двойственности мира, сущности добра и зла и того, что зло конечно. В экологическом образовании принцип оптимизма проявляется через приоритет позитивных идей, фактов и действий в области решения проблем окружающей среды, а также осознание каждой личностью необходимости реальной возможности активного участия в сохранении естественного природного окружения. В экологическом образовании, во-первых, должны быть разумно сбалансированы позитивные и негативные аспекты проблемы состояния и охраны окружающей среды, а во-вторых, необходима ориентация на подготовку специалистов, способных выявлять экологические проблемы и впоследствии решать их.

Гармония в природе, ее первоначальная чистота не должна быть нарушена вмешательством человека. Каждому надо задуматься о том, в каком качестве, мы люди, пришли в этот мир: в качестве хозяев, собственников или все же в качестве гостей, бережно относящихся к хозяйке – природе.

Однако, лишь одно экологическое образование не в состоянии охватить весь комплекс проблем, стоящих на пути к устойчивому развитию. Несмотря на множественность направлений развития экологического образования тенденцией его в настоящее время является переход от знаниевой (технократической) к личностной (гуманитарной) парадигме образования. Именно в рамках этой парадигмы может быть воспитан человек, способный к творческому природоохранному поведению.

*Будь милосерден, человек. У всех людей одна планета
И ветрам нет на ней границ, как нет границ потокам света
И перелетам диких птиц.*

*И нам беречь планету надо
Для тех, кто будет после нас!*

Список литературы:

1. Ротарь О.В., Величко А.В., Митин О.В. Экологическое образование как форма гармонизации отношений «человек – окружающая среда» // Сб. научн. трудов «Модернизация российского образования». – СПб.: ГНУ ИОВ РАО, 2005. -Ч.1. - С. 54-57.
2. Абакарова Ф.С. Материалы контрольной точки. ст. гр. 5А82.

Мини гидроэлектростанция

Ю.М. Федорчук, О.Н. Русина

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

olgarusina@tpu.ru

По существующей классификации ООН к малым относятся ГЭС мощностью до 10-15 МВт, в том числе:

-микро-ГЭС - мощностью до 0,1 МВт;

-мини ГЭС - от 0,1 до 1 МВт;

-малые ГЭС - от 1 до 10 МВт.

В последние годы достигнут значительный технический прогресс в разработке малых гидроагрегатов, в том числе в России, что открывает новые возможности для возрождения малой гидроэнергетики. Разработанное оборудование удовлетворяет повышенным техническим требованиям, в том числе: обеспечивает возможность работы установок, как в автономном режиме, так и на местную электрическую сеть, полностью автоматизировано и не требует постоянного присутствия обслуживающего персонала, обладает повышенным ресурсом работы (до 40 лет, при межремонтных периодах до 5 лет).

Разработан широкий спектр современных гидроагрегатов с различными типами рабочих колес, обладающих повышенным КПД в широком диапазоне рабочих напоров (от 1,5 до 400 м) и расходов воды [1].

Обычно гидроэлектростанции строят на крупных и средних реках, а также малых горных реках. Для установки гидроагрегатов возводят различные гидротехнические сооружения, в частности плотины, водоподводящие туннели, турбинные водоводы.

Источники энергии для малой гидроэнергетики: небольшие реки, ручьи, естественные перепады высот на озерных водосборах и на оросительных каналах ирригационных систем.

Помимо использования малых рек, одним из интересных новых применений микро- и малых ГЭС является их установка в питьевых водопроводах и технологических водотоках предприятий, водосбросах ТЭЦ, а также на промышленных и канализационных стоках. Такая возможность может быть реализована в тех водотоках (продуктопроводах), где требуется применение гасителей давления. Вместо гасителей целесообразно установка микро-ГЭС, вырабатывающих электроэнергию для собственных нужд производства или в сеть за счет избытка давления в водотоке [2].

Мини гидроэлектростанция относится к гидроэлектростанциям, а именно к гидроэлектростанциям со свободоструйными турбинами, и может найти применение для выработки электроэнергии посредством использования энергии потоков промышленных стоков и вод ливневых канализаций.

Гидроэлектростанции малой мощности обладают целым рядом преимуществ, которые делают это оборудование все более популярным. Прежде всего, стоит отметить экологическую безопасность мини ГЭС – критерий, который становится все более важным в свете проблем защиты окружающей среды. Малые гидроэлектростанции не оказывают вредного влияния ни на свойства, ни на качество воды.

Что касается экономической эффективности, то и здесь у микро и мини гидроэлектростанций есть немало преимуществ. Такие станции отличаются простой в управлении, они полностью автоматизированы. Таким образом, оборудование не требует присутствия человека. Специалисты отмечают, что и качество тока, вырабатываемого малыми ГЭС, соответствует требованиям ГОСТа как по напряжению, так и по частоте. При этом, мини ГЭС могут действовать автономно.

Одним из важнейших экономических факторов является вечная возобновляемость гидротехнических ресурсов. Если подсчитать буквальную выгоду от применения малых ГЭС, то

выяснится, что электроэнергия вырабатываемая ими практически в 4 раза дешевле электроэнергии, которую потребитель получает от теплоэлектростанций. Именно по этой причине сегодня ГЭС все чаще находят применение для электроснабжения электроёмких производств.

Не забудем и о том, что малые ГЭС не требуют приобретения какого-либо топлива. К тому же они отличаются сравнительно простой технологией выработки электроэнергии, в результате чего затраты труда на единицу мощности на ГЭС почти в 10 раз меньше, чем на ТЭЦ [3].

Известны гидроэлектростанции, представляющие собой комплекс сооружений и оборудования, посредством которых энергия водотока преобразуется в электрическую энергию. Они состоят из гидротехнических сооружений и энергетического оборудования. В качестве энергетического оборудования используют гидроагрегаты, включающие гидравлическую турбину и электрический генератор. Гидравлическая турбина, или гидротурбина - это лопаточная машина приводимая в действие потоком жидкости. При этом различают активные турбины (свободоструйные) и реактивные (напороструйные). По конструкции турбины могут быть горизонтальные и вертикальные [4].

В связи с вышеизложенным, поставлена задача: приспособить гидроагрегат для выработки электрической энергии, используя энергию потоков промышленных канализационных стоков и вод ливневой канализации [5].

Полученную таким образом электроэнергию можно использовать для освещения различных подземных коммуникаций и улиц, прилегающих к канализационным системам.

Поставленная задача решена следующим образом: мини гидроэлектростанция включает гидроагрегат, состоящий из кинематически связанных между собой гидравлической горизонтальной лопатной турбины и электрического генератора. Гидравлическая горизонтальная лопатная турбина размещена на подвижной раме, снабженной поплавками и установленной с возможностью перемещения в вертикальном направлении между стойками, закрепленными в подземной канализационном водоводе, и кинематически связанный с ней посредством гибкого вала электрический генератор, установленный в герметичном боксе.

Далее сущность устройства поясняется чертежом, на котором схематично изображена конструкция мини гидроэлектростанции (рис. 1).

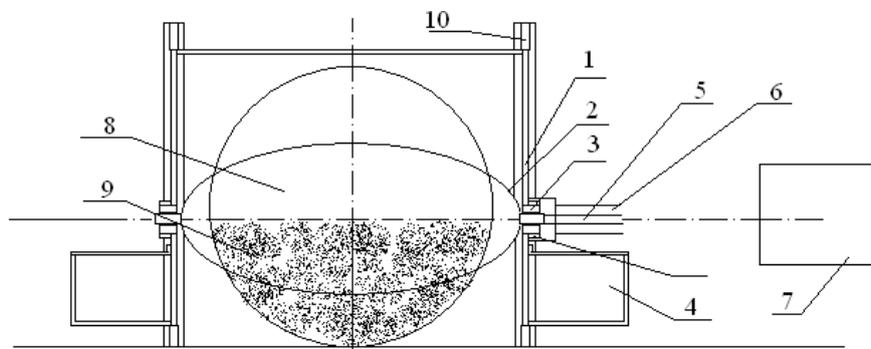


Рис. 1. Устройство мини гидроэлектростанции:

- 1 – Каркас лопатной турбины; 2 – лопасти турбины; 3 – подшипник скольжения;
4 – поплавок; 5 – гибкий привод вращения турбины; 6 – защитный чехол привода; 7 –
электрогенератор; 8 – трубопровод ливневой канализации города; 9 – сточная вода ливневой
канализации города; 10 – направляющая поплавков.

Основным узлом мини гидроэлектростанции, монтируемой в подземном канализационном водоводе 1 (туннель, галерея, трубопровод большого диаметра), является гидроагрегат, состоящий из горизонтальной лопатной гидравлической турбины 2 и электрического генератора (электрогенератора) 3, связанных между собой клиноременной, цепной, зубчатой или троссовой передачей 4, с соответствующим редуктором. Турбина 2 и электрогенератор 3 размещены на подвижной раме 5, снабженной поплавками 6. Рама 5 установлена с возможностью перемещения в вертикальном направлении между стойками 7, закрепленными в канализационном водоводе I.

Под напором вод промышленных канализационных стоков или стоков ливневой канализации лопатная турбина 2 приходит во вращение и посредством передачи 4 приводит во

вращательное движение электрогенератор 3. Выработанная электрическая энергия может сразу же расходоваться, либо аккумулироваться и потребляться по мере необходимости. Так как уровень стоков часто меняется, поплавки 6, перемещаясь вместе с рамой 5 по стойкам 7, обеспечивают оптимальное расположение турбины 2 в водоводе 1.

В результате применения мини гидроэлектростанций при использовании вод промышленных канализационных стоков и стоков вод ливневой канализации для выработки электрической энергии на примере г. Томска ориентировочная установочная мощность экономленной электроэнергии составит более 500 кВт/час.

Список литературы:

1. Александровский А.Ю., Кнеллер М.И., Коробова Д.Н. и др. Гидроэнергетика: Учебник для вузов / Под ред. В.И. Обрезкова. 2-е изд. Пер. и доп. М., 1988
2. Садовский С.И. Развитие гидроэнергетики и вопросы охраны окружающей среды // Гидротехническое строительство. 1988. №11.
3. Кириллин В. А. Энергетика. Главные проблемы: В вопросах и ответах. - М.: Знание, 1990. - 128 с
4. Политехнический словарь, изд. "СЭ", М., 1977г., с. 110, 112, 115.
5. Патент на полезную модель РФ № 99078.

Анализ отходов I-IV классов опасности, образующихся в вузах, на примере ФГБОУ ВПО НИ ТПУ

Ю.М. Федорчук, В.Н. Извеков, О.Н. Русина

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

E-mail: olgarusina@tpu.ru

Проведен анализ хозяйственной и научно-образовательной деятельности ТПУ, в результате которой образуются отходы I-IV классов опасности. Рассмотрены наиболее известные проблемы и решения по утилизации отходов, образующихся в университете.

Еще недавно был незыблем постулат о том, что рыночная экономика базируется только на материальных интересах ее участников. Однако в современных условиях обострения экологических проблем рынок побуждает к рациональному хозяйствованию и совмещению бизнеса с решением экологических проблем. Различные организации стали заинтересованными в том, чтобы добиваться экологической эффективности и демонстрировать ее, контролируя воздействие своей деятельности, продукции или услуг на окружающую среду с учетом экологической политики и целевых экологических показателей.

В настоящее время особое и преимущественное внимание уделяется крупным промышленным предприятиям: их возможному негативному влиянию на окружающую среду. Безусловно, деятельность крупных загрязнителей необходимо постоянно контролировать. Но не нужно забывать и о других предприятиях, организациях, функционирование которых также вносит свою лепту в общий фон загрязнений окружающей среды.

В связи с вышесказанным, интересуют исследование всех аспектов учебной, научно-исследовательской и хозяйственной деятельности вузов

К таким вузам относится и крупнейший в России вуз – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Национальный исследовательский Томский политехнический университет».

В университете 31 источник выбросов (из них 6 неорганизованных). В результате деятельности образуется более 50 наименований отходов согласно Федеральному классификационному каталогу отходов*, среди которых 11 отходов I-III классов опасности, в том числе, отходы, содержащие ртуть: ртутные люминесцентные лампы; ртутные термометры; приборы, содержащие ртуть.

В университете нет организованного сброса промышленных сточных вод, выбросы вредных веществ в атмосферу невелики.

Особый интерес представляют отходы I-IV классов опасности, возможные пути их дальнейшего рационального использования, способы обезвреживания с минимальным негативным влиянием на окружающую среду.

Большую долю в образовавшихся твердых бытовых отходах составляет макулатура, в основном это картонная, упаковочная бумага, отходы печатной продукции типографии, отходы

бумаги от работы офисных помещений университета и списанные печатные издания библиотеки ТПУ. Нужно отметить, что макулатура — один из самых выгодных для переработки видов вторсырья. Старой бумаге в мире находят удивительно много способов применения. С точки зрения переработчиков, макулатура — основной конкурент древесного сырья, но гораздо более дешевый. Кроме этого макулатура может быть использована как вторсырье малыми предприятиями для производства теплоизоляционных материалов, бугорчатых прокладок, туалетной бумаги, материалов строительного назначения [1].

Для освещения помещений в университете в большинстве случаев используются ртутные люминесцентные лампы. В год требуется утилизировать около 5000 штук ламп. Отработанные ртутные лампы отнесены к I-му классу опасности для окружающей среды и подлежат обязательному обезвреживанию. Однако сейчас в России обезвреживается их не более 40%, что обусловлено отсутствием во многих регионах селективной системы сбора этих отходов и перерабатывающих предприятий.

Представляется, что важнейшими задачами в сфере обращения с отработанными ртутными лампами является вовлечение во вторичный оборот так называемого стеклобоя и цветных металлов, получаемых при переработке ртутных ламп [2].

В вузе каждый год списывается большое количество оргтехники.

Среди проблем использования техногенных отходов важное место занимает утилизация кинескопов телевизоров и мониторов персональных компьютеров. Так в настоящее время в

*Федеральный классификационный каталог отходов утвержденный приказом МПР России от 02.12.2002 года (с дополнениями, утв. Приказом МПР России от 30.07.2003 года №663) - это перечень образующихся в Российской Федерации отходов, систематизированных по совокупности приоритетных признаков: происхождению, агрегатному и физическому состоянию, опасным свойствам, степени вредного воздействия на окружающую природную среду.

странах Европы, Японии и США скопилось более сотни миллионов подлежащих утилизации кинескопов и мониторов, из которых непосредственно утилизируется не более 8-10%. В ближайшие годы в России проблема утилизации кинескопного стекла также станет актуальной [3].

В результате деятельности транспортного отдела, являющегося одним из хозяйственных подразделений ТПУ, образуются отходы, обращение с которыми также необходимо контролировать.

Так использованные автомобильные покрышки подходят в качестве альтернативного вида топлива [4]. Преимущества использования таких автопокрышек перед применением традиционных видов топлива очевидны: топливо из покрышек имеет высокую теплотворную способность, сравнимую с углем или мазутом. В то же время дополнительным преимуществом для предприятий цементной промышленности является использование отходов металлических каркасов покрышек в качестве минеральных добавок в конечный продукт, что избавляет от необходимости введения металлосодержащих компонентов. Другие исследования, в том числе проведенные Федеральным агентством по окружающей среде, показывают, что применение альтернативных видов топлива является положительным фактором с точки зрения охраны окружающей среды.

В настоящее время проверено использование суспензии, растворенной (деструктурированной) резины (СРР), являющейся основным товаром при переработке резиносодержащих отходов.

СРР, не имеющий аналогов, используется в следующих областях:

1. В качестве модификатора вяжущего для приготовления асфальтобетонных смесей. Применение такого вяжущего улучшает качество асфальтобетонного дорожного покрытия и увеличивает срок его службы.
2. В качестве компонента гидроизоляционных и антикоррозионных мастик. Мастики, получаемые с использованием СРР, не уступают или превосходят по качеству выпускаемые в настоящее время мастики и имеют более низкую себестоимость.
3. В качестве высокотемпературной смазки, заменяя дорогие и менее качественные материалы.

Предварительные результаты проведенных исследований говорят о возможности значительно более широкого использования этого продукта вплоть до возврата в резину [5].

Серьезную проблему в университете составляют химические отходы, образуемые в результате научной и исследовательской деятельности, проводимой в химических лабораториях. Перечень химических соединений, присутствующих в этих отходах разнообразен. В химических

сливах присутствуют вещества органической и неорганической химии. Особую сложность для утилизации представляют жидкие химические сливы, особенно галогенсодержащие.

В целом по России сложилась такая ситуация, что экологические требования, предъявляемые государством и обществом к существующим или вновь строящимся опасным химическим производствам, существенным образом регламентировали и сократили выбросы в окружающую среду вредных и потенциально опасных химических веществ – ПОХВ. Однако, при широком использовании таких веществ в промышленности, научных исследованиях, здравоохранении, учебном процессе, сельском хозяйстве, быту и т.д. вопрос их комплексной утилизации (переработки, хранения, транспортировки, уничтожения) до настоящего времени не рассматривался практически ни одним законодательным актом.

Водорастворимые химические вещества, особенно реактивы, как правило, сбрасываются в канализацию. Горючие – скрытно накапливаются на предприятиях, сливаются в почву, сжигаются по различным экологически не безопасным технологиям на сторонних производствах, утилизирующих свои специализированные отходы. Полимерные материалы, в том числе содержащие хлор, повсеместно сжигаются вместе с другими промышленными, а также бытовыми отходами, что крайне не рентабельно и экологически опасно.

Статистические данные достаточно точно и полно определяющие объёмы и характер производства, потребления, закупки, утилизации, уничтожения или выбросов всех ПОХВ в окружающую среду, - отсутствуют. Известно только («Стратегия развития химической и нефтехимической промышленности России до 2015 года»), что по валовым выбросам вредных веществ в атмосферу химический комплекс занимает 10 место среди всех отраслей промышленности (около 428 тыс. тонн), по сбросам сточных вод в природные поверхностные водоёмы – второе место (после электроэнергетики) – более 1 млрд. куб.м. Известно также, что ежегодно на предприятиях образуется около 15 млн. тонн токсических химических соединений (без учёта V класса), из которых обезвреживается только порядка 20% веществ.

Высокая стоимость утилизации, превышающая среднюю стоимость аналогичной единицы химического вещества, вынуждает руководителей потребляющих предприятий скрывать свои отходы, делает процесс утилизации крайне нерентабельным. Последнее усугубляется неоправданно жёсткими и крайне несовершенными требованиями контрольных органов.

В настоящее время действует система классификации отходов, основанных на их систематизации по принадлежности к классам химических соединений, в то время, как большинство отходов имеют смешанный (как правило, неизвестный) состав, что непредсказуемо увеличивает степень опасности переработки, а также увеличивает стоимость их утилизации.

Если бытовые отходы, а также отчасти – медицинские, химико-фармацевтические, специализированные химические (шины, аккумуляторы, ртутные лампы, масла и нефтепродукты, воды и шламы гальванических производств), в определённой степени подвержены урегулированной утилизации, то огромная номенклатура ПОХВ, насчитывающая сотни и тысячи наименований, принадлежащих к различным классам химических соединений и химической опасности, практически не утилизируется, не имеет нормативно-законодательной базы и достаточно безопасной практики работ по их хранению, переработке, транспортировке и ликвидации, а также выделенных территорий, необходимых технических средств и технологий. Крайне большой ассортимент ПОХВ не позволяет одному или даже нескольким предприятиям определить единую эффективную технологию по утилизации и ликвидации. Кроме пожаро-, взрыво-, и химической опасности, ПОХВ при их нерегламентированном учёте и хранении, могут быть использованы для нелегального производства зажигательных средств, отравляющих, взрывчатых и наркотических веществ.

На сегодняшний день важной задачей является оценка токсичности веществ. Изучению подлежат не только токсичность и воздействие вещества на кожу, слизистые оболочки, но и мутагенность, влияние на потомство, эндокринные железы, ферментные системы и метаболические процессы. Но для определения их реальной опасности нужны огромные средства и современное лабораторное оборудование, так как изучение биологической активности, и в частности токсичности химических веществ для человека и животных, - длительный и дорогостоящий процесс. Однако однозначных методик для определения оценки токсичности и степени воздействия вредных веществ на окружающую среду практически нет [6].

Существует много способов утилизации отходов, но все они требуют доработки применительно к конкретному предприятию. Часто, основной недостаток всех способов утилизации – образование других отходов, которые еще сложнее утилизировать.

К примеру, основные способы утилизации одного из самых распространенных побочных продуктов химических производств: хлорорганические отходы, образующегося и в лабораториях ТПУ, на сегодняшний день следующие:

-термическое сжигание галогенорганических отходов, основные недостатки – образование таких высокотоксичных продуктов, как хлор, оксиды азота, фосген и диоксины, большой расход топлива, а следовательно потеря углеводородного сырья, выделение в окружающую среду диоксида углерода и быстрый износ оборудования;

-обезвреживание в разбавленных газах, имеет те же недостатки, что и термическое сжигание;

-каталитическое сжигание, основные недостатки – необратимая потеря сырья;

-каталитическое окисление – один из перспективных способов переработки отходов хлоруглеводородов, но он дорогостоящий, так как требует дорогостоящего оборудования и сырья, строгой выдержки соотношения водорода и хлора.

Перспективным являются гидрирование и гидрогенолиз (гидродегалогенирование), но на практике они не опробованы.

В связи с вышеизложенным, можно утверждать, что задача обеспечения химической безопасности, требующая внедрения новых, интенсивных подходов в организации охраны среды, регулирования техногенного воздействия, совершенствованием технологий с целью уменьшения образования отходов и снижения токсичности, стоит сегодня остро. Поэтому новый подход к утилизации образующихся отходов должен базироваться на стремлении к уменьшению числа полигонов по захоронению токсичных веществ на территории России [6, 7].

Список литературы:

1. Дулькин, Л.А. Южанинова, В.Г. Миронова, В.А. Спиридонов // Лесн. журн. – 2005. –№ 1-2. – С. 104–122. – (Изв. высш. учеб. заведений).
2. Е.П. Янин, Ртутные лампы : опасность для окружающей среды // Экология производства. 2010. № 2. С. 53–55.
3. Лавданский П.А., Енговатов И.А., Румянцев Б.М., Стеклобетоны специального назначения на основе боя кинескопного стекла// Строительство 2005 №6
4. Аннализа Сабалелли, Альтернативное топливо – старые шины // Рециклинг отходов. 2007. № 3.
5. Утилизация шин методом термодеструкции// Аналитический портал химической промышленности <http://www.newchemistry.ru>
6. Курляндский Б.А., Проблемы экотоксикологии // Российский химический журнал, 2004 №2
7. Т.Я. Демина, Л.Р. Шаяхметова, Проблем утилизации отходов химических производств // Экология и промышленность России, 2008, №3

УДК: 504.054.001.5

Оценка загрязнения атмосферного воздуха химическими элементами в зоне действия ТЭЦ

Н.К. Рыжакова, Н.С. Рогова, Е.П. Родионова, А.Л. Борисенко, В.Г. Меркулов*

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

**Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

E-mail: rogorova@tpu.ru

В данной работе в качестве локальных источников загрязнения рассмотрены ТЭЦ-5 г. Новосибирск и ТЭЦ-3 г. Барнаул, работающие на угле. Содержание химических элементов определяли с помощью нейтронно-активационного анализа на реакторе ИРТ-Т ТПУ г. Томск. Наиболее высокие концентрации тяжелых металлов и других химических элементов обнаружены в выбросах ТЭЦ-3 г. Барнаула. Показано, что на количество выбросов ТЭЦ оказывает большое влияние тип используемых угля.

Основу жизни человека составляет окружающая природная среда, а основу современной цивилизации - ископаемые природные ресурсы и вырабатываемая из них энергия. Очевидно, что без энергетики у человечества нет будущего. Но с другой стороны, энергетика оказывает мощное отрицательное воздействие на окружающую среду, ухудшая условия жизни людей.

ТЭЦ работают на органическом топливе, в качестве которого чаще всего используют сравнительно дешевые уголь и мазут. Сжигание топлива на ТЭЦ связано с образованием продуктов сгорания, содержащих летучую золу, частицы недогоревшего пылевидного топлива, сернистый и серный ангидрид, оксиды азота и газообразные продукты неполного сгорания, а при сжигании мазута, кроме того, соединения ванадия, соли натрия, кокс и частицы сажи. В золе

некоторых топлив имеется мышьяк, свободный диоксид кремния, свободный оксид кальция и др. В связи с этим необходим постоянный контроль за состоянием атмосферного воздуха в зоне влияния ТЭЦ. Особый интерес представляет загрязнение атмосферы тяжелыми металлами и другими токсичными элементами, наличие которых в воздухе даже в малых концентрациях может нанести существенный вред здоровью человека.

Традиционные методы контроля за содержанием химических элементов в воздухе, основанные на анализе осадков, требуют установки большого количества коллекторов для сбора осадков и длительных программ по отбору и анализу образцов.

В настоящее время активно развивается метод мхов-биомониторов, который регулярно используется в течение последних 30 лет в скандинавских странах для мониторинга атмосферных выпадений металлов на очень больших территориях, а в последнее время он нашел широкое применение в странах Западной Европы [1]. В России применение этого метода для определения атмосферных выпадений элементов ранее имело место в северо-западных регионах: Ленинградская область, Кольский полуостров, Карелия. В настоящее время метод мхов-биомониторов успешно используется в изучении атмосферных выпадений тяжелых металлов и других элементов в промышленных районах Урала (Челябинская, Свердловская области). Следует отметить, что для этих целей используются лесные наземные мхи, произрастающие в больших лесных массивах.

На кафедре совместно с кафедрой Ботаники ТГУ разрабатывается метод контроля загрязнения атмосферного воздуха тяжелыми металлами и другими токсичными элементами с помощью эпифитных мхов, произрастающих на коре деревьев, например осин и тополей, широко распространенных не только на лесных, но и на урбанизированных территориях [2]. Поэтому эпифитные мхи можно использовать для изучения как региональных, так и локальных загрязнений атмосферы, обусловленных действием определенных источников. Кроме того, эпифитные мхи имеют продолжительный жизненный цикл (10 – 15 лет), обладают высокой аккумуляционной способностью и не соприкасаются с почвой, следовательно, на них практически не сказывается ее гетерогенный химический состав, что особенно важно именно для урбанизированных территорий.

В данном исследовании эпифитный мох отбирали в зоне влияния ТЭЦ-5 г. Новосибирска (рис.1) и ТЭЦ-3 г. Барнаула (рис.2) преимущественно в северо-восточном направлении на расстоянии в несколько километров. Направление отбора выбрано в соответствии с преимущественной розой ветров на данных территориях.

Пробы мха отбирали с коры тополей на высоте примерно 1,5-2 метра от земли, что соответствует слою воздуха, которым дышит взрослый человек. Пробы, необходимые для получения фоновых значений, отобраны на значительно удаленном от основных населенных



пунктов и предприятий расстоянии, что практически исключает воздействие на них техногенного загрязнения (Ханты-Мансийский автономный округ, поселок Вах).

Рис. 1. Карта проботбора мха вблизи ТЭЦ-5 г. Новосибирска.

Содержание химических элементов определяли с помощью нейтронно-активационного анализа на реакторе ИРТ-Т ТПУ г. Томск [3]. В вертикальном экспериментальном канале реактора пробы облучались в потоке тепловых нейтронов плотностью $5,5 \cdot 10^{13}$ нейтрон/см² *с в течение пяти часов - для долгоживущих элементов. Всего облучено и проанализировано 60 проб мха. В каждой пробе определено содержание 30 химических элементов: Sm, Mo, Ce, Ca, Lu, U, Se, Tb, Th, Cr, Yb, Hf, Ba, Sr, Nd, Br, As, Cs, Rb, Fe, Zn, Sc, Ta, Co, Na, Eu, K, La, Sb.

Для определения содержания определяемых элементов в пробах мха использовали относительный метод, в котором исследуемый образец и образец сравнения (эталон), в котором точно известно количество определяемого элемента, облучаются одновременно. В качестве образцов сравнения были использованы стандарты МАГАТЭ– ЛБ-1 и ТАБАК -5.

После отбора пробы мха предварительно очищали от земли и различных примесей, затем производили промывку дистиллированной водой. Далее пробы высушивали до постоянного веса при температуре 80°-100°. Затем пробы подвергали процессу гомогенизации и прессовали в таблетки массой 0,1±0,4 г и диаметром 1 см.



Рис. 2. Карта проботбора мха вблизи ТЭЦ-3 г. Барнаула.

Проведенный корреляционный анализ выявил группы элементов, которые имеют высокие коэффициенты корреляции между собой: Th, Cr, Co, Cs, Sc, Lu, Ba, As, Nd для барнаульской ТЭЦ и Th, Cr, Co, Sc, Yb, Fe, Ce, U, As, Sb, Nd, Lu, Cs для новосибирской ТЭЦ. Видно, что для обеих ТЭЦ характерны корреляции элементов Th, Cr, Co, Cs,

Sc, Lu, As, Nd. Также можно отметить, что в группе коррелируемых элементов ТЭЦ-3 присутствует Ba, а для ТЭЦ-5 -Yb, Fe, Ce, U, Sb, Lu, что показывает на разный состав углей при сжигании.

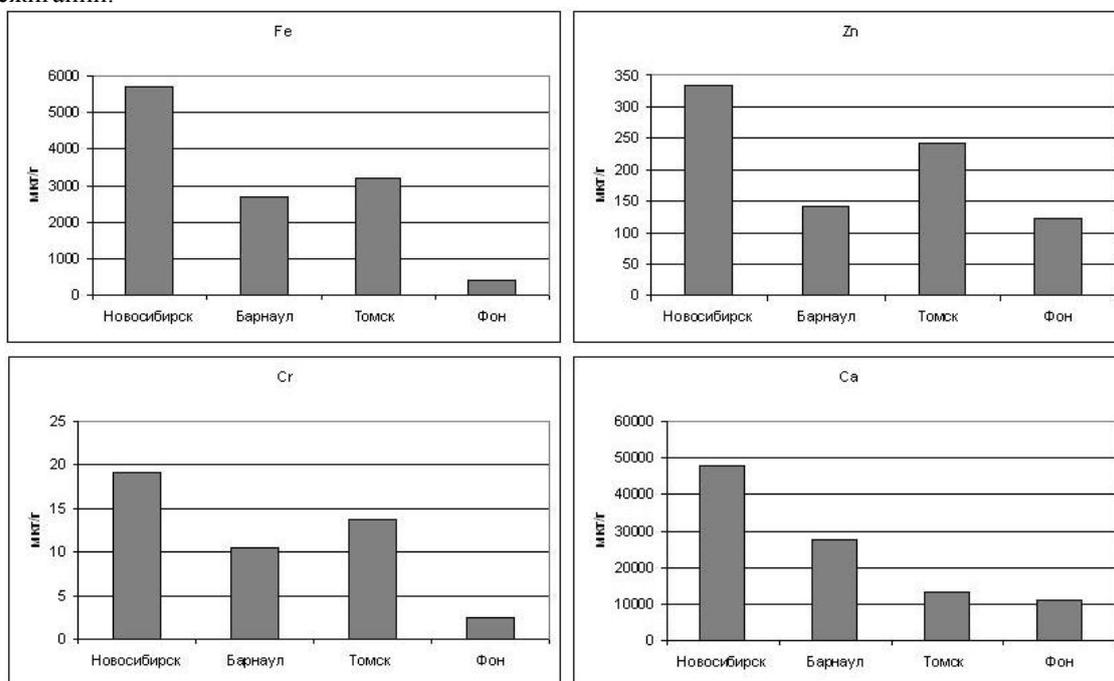


Рис. 3. Концентрации Zn, Fe, Cr, Ca во мхах, отобранных на разных территориях.

Сравнение с ранее полученными результатами для северной части города Томска показывает, что средние концентрации химических элементов во мхах города Томска и

Новосибирска примерно одинаковы и соответственно в несколько раз меньше, чем во мхах города Барнаула. Следует отметить, что северная часть города Томска находится под влиянием ГРЭС-2, работающей на смешанном топливе – кузнецкий уголь и газ. Анализ полученных результатов показал, что наиболее высокие концентрации тяжелых металлов и других химических элементов обнаружены во мхах, произрастающих вблизи ТЭЦ-3 г. Барнаула (рис. 3). Это связано с тем, что на данной ТЭЦ в качестве топлива используется бурый уголь, у которого выход летучих веществ намного выше, чем у других видов каменного угля. Кроме того, на исследуемую территорию могут оказывать дополнительную техногенную нагрузку расположенные недалеко городские кварталы. Отношение значений концентраций металлов к фоновым значениям составляет: для Са – 4, Сг – 6, Fe – 12, Zn – 2. Средние концентрации для мхов, отобранных вблизи ТЭЦ г. Новосибирска, в несколько раз меньше, чем в г. Барнауле. Это может быть обусловлено тем, что в ТЭЦ города Новосибирска используют в качестве топлива в основном кузнецкий уголь, который намного «чище», чем бурый уголь.

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1) Концентрации химических элементов во мхах, отобранных в зоне влияния ТЭЦ, на порядок и более превышают фоновые концентрации.

2) Концентрации некоторых металлов (Са, Сг, Fe, Zn, Ni) во мхах, отобранных в г. Барнауле, в несколько раз больше, чем во мхах, отобранных в г. Новосибирске.

3) На количество выбросов ТЭЦ оказывает большое влияние тип используемого топлива.

Список литературы:

1. Frontasyeva M. V., Steinnes E., Lyapunov S. M., Cherkintsev V. D., Smirnov L. I. Biomonitoring of heavy metal deposition in South Ural region: some preliminary results obtained by nuclear and related techniques. *J. Radionucl. Nucl. Chem.*, v. 245, № 2 (2000), 415 – 420.
2. Борисенко А. Л., Рыжакова Н. К., Меркулов В. Г., Рогова Н. С. «Метод определения загрязнения атмосферы тяжелыми металлами и другими химическими элементами с помощью эпифитных мхов-биомониторов», 2007 г.
3. Кузнецов Р. А. Активационный анализ. – М.: Атомиздат, 1967.

УДК 699.86

Об особенностях и применении базальтостеклопластиковых труб (БСПТ).

А.С. Ситников, Г.П. Комаров*

Томский педагогический университет, г. Томск, Россия

**ООО НПК «РОСБАЗАЛЬТ», г. Новосибирск, Россия*

e-mail: rosbasalt@mail.ru

Основные характеристики БСПТ

Базальтостеклопластики представляют собой композитные конструкционные материалы на основе полимерной матрицы, упрочненной базальтовыми наполнителями, главным образом базальтовыми волокнами, сочетающие высокую прочность с относительно небольшой плотностью. В этих материалах высокопрочные базальтовые волокна воспринимают основную долю приходящейся на материал нагрузки, обеспечивая его прочность и жесткость.

Полимерная матрица обеспечивает монолитность материала, передачу напряжений между волокнами и включение их в работу, защищает наполнитель от воздействия внешней среды.

Отличительной особенностью базальтопластиков является уникальное сочетание технически необходимых свойств – высокой прочности, низкой плотности, коррозионной стойкости, демпфирующей способности, низкой теплопроводности, электроизоляционных свойств, радиопрозрачности и т.д. Базальтопластики имеют ряд важных преимуществ по сравнению с традиционно применяемыми металлическими материалами. Их применение взамен сталей и цветных металлов позволяет снизить массу конструкции в несколько раз, трудоемкость изготовления – в 1,3-3 раза, заменить дефицитные цветные сплавы и нержавеющие сплавы, а также повысить надежность и долговечность конструкций.

В разных отраслях промышленности они успешно конкурируют с такими традиционными материалами, как металлы и их сплавы, бетон, стекло, керамика, дерево. В ряде случаев конструкции, отвечающие специальным техническим требованиям, могут быть созданы только из базальтостеклопластика. Изделия из этого материала получили особенно широкое распространение в аппаратах, предназначенных для работы в экстремальных условиях – в судостроении, авиации и космической технике, оборудовании и материалы нефтехимической и

нефтегазодобывающей отраслях.

Базальтотеклопластиковые трубы, благодаря своей гладкой внутренней поверхности, высокой твердости лайнерного слоя, устойчивости к коррозии и отсутствию отложений, имеют превосходные гидравлические характеристики и являются энергетически весьма эффективными. Абсолютная шероховатость внутренней поверхности трубы составляет менее 25 мкм.

Таблица 1.

Материал	Прочность при растяжении (МПа)	Прочность при поперечном срезе (МПа)	Коэффициент теплопроводности Вт/(м К)
Базальтопластик АБП	не менее 1 500	не менее 240	0,48
Сталь 20	$\sigma_{0,2}=245$; $\sigma_{в}=410$	≈ 150	49
Нерж. Сталь (тип 0X18H10)	$\sigma_{0,2}=210$; $\sigma_{в}=570$	≈ 130	≈ 20

Особенности базальтотеклопластиковых труб:

- ❖ идеальная гладкость внутреннего канала, обеспечивающая высокие гидравлические характеристики, снижающие энергозатраты на перекачку транспортируемой среды, и препятствующая образованию отложений;
- ❖ высокая устойчивость к химической и электрохимической коррозии, не требующая специальных средств антикоррозионной защиты, обеспечивающая постоянство гидравлических характеристик и длительный (60 и более лет) срок эксплуатации;
- ❖ низкий вес по сравнению с металлическими, железобетонными и некоторыми другими трубами, что упрощает транспортировку, погрузочно-разгрузочные работы и монтаж трубопровода, и в итоге существенно снижает трудозатраты при его строительстве;
- ❖ устойчивость к внутренним и внешним силовым воздействиям, обеспечивающая стойкость к гидравлическому удару, возможности подводной и подземной прокладки с заглублением до 12–16 м, надежность при перемещениях от усадки грунта;
- ❖ высокая абразивостойкость, препятствующая снижению прочностных характеристик трубы при транспортировке жидкостей, содержащих механические примеси;
- ❖ устойчивость внешней поверхности к воздействию ультрафиолетового излучения и к факторам биологического воздействия;
- ❖ возможность изготовления труб различной длины (от 6м и более), высокое качество соединений без какой-либо предварительной обработки стыков, простота и легкость обработки материала труб, исключение сварки на месте монтажа.
- ❖ высокая удельная прочность на уровне стальных труб, КТ легче их примерно в 4 раза;
- ❖ высокая теплостойкость (температура транспортируемых сред до 135°C);
- ❖ пригодность для наружной прокладки трубопроводов (стойки к солнечной радиации, допускают приемлемые межпролетные расстояния при прокладке на опорах);
- ❖ надежная эксплуатация в условиях ударных и вибрационных нагрузок;
- ❖ минимальные затраты на монтаж и обслуживание, высокая ремонтпригодность;
- ❖ пригодность для хозяйственно-питьевого водоснабжения и транспортировки жидких пищевых продуктов;
- ❖ обеспечение энергосбережения в тепловых сетях.

По сравнению с полимерными неармированными трубами трубы из БСПТ обладают пониженной горючестью, повышенными физико-механическими характеристиками, длительной прочностью, устойчивостью к перегрузкам до 1,5 МПа рабочего давления и температуры до 300 °С. Прочностные характеристики при рабочей температуре составляют не менее 0,6 от показателей при нормальной температуре.

Энергосберегающий эффект и преимущества БСПТ

Опыт эксплуатации БСПТ с 1990 года показал их высокую надежность в сетях ГВС и отопления на температуры до 115 С и продемонстрировал их энергосберегающий эффект в сравнении со стальными трубами (снижение теплопотерь до 50%, сокращение расхода топлива на 15-20% - отзывы прилагаем).

Такой эффект вызван следующими объективными факторами:

Теплопроводность материала СБПТ в 150 раз ниже, чем у стали, что позволяет либо использовать их с более тонким слоем теплоизоляции при обеспечении требований СНиП, либо в ряде случаев вообще без теплоизоляции (небольшие по протяженности участки с постоянным течением теплоносителя или так называемые «лежанки» в закрытых подвальных помещениях);

СБПТ имеют пропускную способность до 30% выше новых труб из углеродистой стали, т.к. характеризуется меньшим гидравлическим сопротивлением, что обусловлено меньшей шероховатостью внутренней поверхности, отсутствием зарастания "живого" сечения трубы и благоприятным электрохимическим взаимодействием полимерного материала с транспортируемой средой. Со временем преимущество СБПТ в пропускной способности над теряющей сечение стальной трубой только возрастает.

В результате действия этих двух факторов теплоноситель проходит с большей скоростью, чем в стальной трубе и доходит до потребителя, отдав меньше тепла. Например, по проекту подачи геотермальных вод (Камчатка) с температурой 85 С по трубе СБПТ ДУ 500 мм в теплоизоляции ППУ на расстоянии 44 км теплопотери составят 3,5 С. Для стали в таких же условиях нормативные теплопотери в несколько раз выше.

Помимо объективных факторов энергосберегающий эффект обеспечивают и технологические особенности СБПТ. Так, для компенсации линейного расширения при нагревании СБПТ используются телескопические компенсаторы (схожие по принципу с сальфонными и сильфонными телескопическими компенсаторами, но в разы дешевле сильфонных). Такие компенсаторы снижают турбулентность потока, характерную для П-образных компенсаторов, уменьшают протяженность трассы, а, значит, снижают теплопотери.

Отказ от применения П-образных компенсаторов позволяет еще и существенно экономить ресурсы потребителя (каждый П-образный компенсатор прямой-обратной сети это 8 отводов и несколько десятков метров труб, а сильфонные компенсаторы, стоят десятки тысяч рублей).

СБПТ имеют преимущество также по сравнению и со стальными предизолированными трубами в теплоизоляции ППУ. Такие стальные трубы на определенное время (более длительное, чем при мягкой теплоизоляции) защищены от коррозии внешней поверхности, но проблема внутренней коррозии, в т.ч. от блуждающих токов, или коррозии сварных швов не решена.

Кроме того со временем ППУ дает внешние протечки особенно в местах стыков кожуха, и тогда процесс коррозии внешней поверхности трубы под слоем теплоизоляции развивается даже быстрее, чем на открытой поверхности. Так ППУ при попадании влаги создает кислую среду, которая агрессивно воздействует на стальную трубу, не имеющую под ППУ никакой антикоррозионной защиты. Все это приводит к необходимости пусть и более поздней чем с «голой» стальной трубой, но замены значительно более дорогостоящей (в 2-3 раза дороже «голой») предизолированной стальной трубы, тем самым увеличивая затраты потребителя. СБПТ в предизоляции таких проблем не имеет, т.к. не подвержена ни внутренней, ни внешней коррозии.

Преимущества по сравнению стальными предизолированными трубами.

БСПТ имеют преимущество также по сравнению и со стальными предизолированными трубами в теплоизоляции ППУ. Такие стальные трубы на определенное время (более длительное, чем при мягкой теплоизоляции) защищены от коррозии внешней поверхности, но проблема внутренней коррозии, в т.ч. от блуждающих токов, или коррозии сварных швов не решена.

Кроме того, со временем ППУ дает внешние протечки особенно в местах стыков кожуха, и тогда процесс коррозии внешней поверхности трубы под слоем теплоизоляции развивается даже быстрее, чем на открытой поверхности. Так ППУ при попадании влаги создает кислую среду, которая агрессивно воздействует на стальную трубу, не имеющую под ППУ никакой антикоррозионной защиты. Все это приводит к необходимости пусть и более поздней, чем с «голой» стальной трубой, но замены значительно более дорогостоящей (в 2-3 раза дороже «голой») предизолированной стальной трубы, тем самым увеличивая затраты потребителя. БСПТ в предизоляции таких проблем не имеет, т.к. не подвержена ни внутренней, ни внешней коррозии.

Таблица 2. Сравнение веса стальных и стекло-базальтопластиковых труб (СБПТ)

Диаметры труб (внутренние)	Вес стальных труб	Вес СБПТ
100	10,2 кг	2,0 кг
150	15,3 кг	3,4 кг
200	26,4 кг	5,3 кг

Указанные в сравнительной таблице трубы рассчитаны на подачу холодной воды под давлением 16 атмосфер.

В рамках реализации Стратегии социально-экономического развития Сибири и обеспечения устойчивого повышения уровня и качества жизни населения Томской области на основе динамичного развития экономики Губернатору В.М. Крессу предложено сформировать Областную целевую программу «Томский базальт» на период до 2020 года (исх. № 110 от «01» 10. 2010 г

Суть предложения заключается в следующем:

На территории области и в соседних областях расположены богатейшие запасы диабазных месторождений в объемах более 500 млн. куб. метров. По своим качественным характеристикам они наиболее полно подходят в качестве источника сырья для формирования базальтовой отрасли в регионе в основу, которой положена добыча и переработка не рудного минерального сырья - расплава магматических горных пород с последующим созданием высокотехнологичных производств базальтового направления, включая производство БСПТ.

При появлении заинтересованности НПК «РОСБАЗАЛЬТ» готова рассмотреть встречные варианты и предложения по инвестиционному сотрудничеству.

УДК 544.778.4

Получение сорбентов на основе диоксида титана

В.В. Смирнова, О.Б. Назаренко

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

E-mail: vv_smirnova@sibmail.com

Работа посвящена решению проблемы очистки питьевой воды от растворимых примесей тяжелых металлов. Показано, что сорбционные свойства диоксида титана и его гидратированных форм зависят в большей степени от способа получения сорбента и в меньшей степени от его дисперсности. Сорбент в зависимости от условий получения может найти применение для очистки питьевой воды от примесей железа (II, III) и других катионов.

Актуальность очистки воды от примесей тяжелых металлов и токсичных органических соединений крайне высока: более 95 % потребляемой воды в России не соответствует по чистоте международным стандартам [1], а эффективных методов очистки пока не разработано. В России для очистки питьевой воды в качестве сорбентов используется кварцевый песок, ряд минералов (в частности, альбитофир) и «горелая порода». Эти сорбенты чаще всего являются механическими фильтрами. Более эффективны в работе адсорбенты, которые способны улавливать не только коллоидные частицы, но и примеси в виде растворимых ионов.

Современная тенденция использования подземных вод для питьевого водоснабжения приводит к потреблению воды с высоким содержанием железа (Fe^{+2} , Fe^{+3}), солей жесткости (Ca^{+2} , Mg^{+2}) и природного Str^{+2} (Томская область), поэтому актуальна проблема очистки воды от этих примесей. Перспективным адсорбентом для очистки растворимых примесей является диоксид титана TiO_2 , но его сорбционные свойства изучены не достаточно и сильно зависят от условий его получения.

Цель настоящей работы – экспериментальное обоснование условий получения сорбента на основе TiO_2 и установление связи состава – структуры с его адсорбционными свойствами. Для достижения цели необходимо было выбрать метод синтеза гидратированной формы TiO_2 , изучить изменения химического и фазового состава при нагревании в воздухе, определить сорбционную емкость по ионам Fe^{+2}/Fe^{+3} , предложить технологическую цепочку операций по приготовлению сорбента.

Материалы и методики экспериментов. В качестве методов получения TiO_2 в работе использовали процесс электрохимического окисления металлического титана в щелочной среде и химический метод необратимого гидролиза реактива $TiCl_4$. К полученным осадкам гидратированных форм титана добавляли раствор NaOH, после чего осадки промывали дистиллированной водой (метод декантации) и высушивали при комнатной температуре.

Фазовый анализ состава полученных образцов проводили с помощью рентгеновского дифрактометра ДРОН-3,0 с использованием CuK_{α} -излучения трубки. Концентрацию соединений железа (II) в водных растворах определяли методом фотоколориметрии с помощью спектрофотометра КФК-2. Для анализа химической активности порошков использовали термоанализатор SDT Q600. Анализ проводили в режиме линейного нагрева в интервале 20...1000 °С со скоростью нагрева 10 град/мин в атмосфере воздуха. Часть экспериментальных исследований выполнена с использованием оборудования Научно-аналитического центра

Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Результаты и их обсуждение. Осаждение гидратированных форм титана, полученных как химически, так и с помощью электрохимического окисления металлического титана дает белые, гелеобразные, рентгенаморфные структуры, которые устойчивы до 200 °С. При нагревании до 300–400 °С образуется диоксид титана со структурой анатаза. Окончательное отщепление воды происходит при температуре 650 °С. При 900 °С диоксид титана переходит в TiO_2 – рутил. Эти данные согласуются с результатами, полученными ранее [2] (табл. 1). Затем образцы прокаливали несколько раз при температуре 900 °С. При первом прокаливании образцов образовывался Ti^{+3} (фиолетовая окраска), который после последующего прокалывания трансформировался в Ti^{+4} (белая окраска).

Полученные образцы диоксида титана апробировали на модельных водных растворах соединений железа (II), результаты определения сорбционной емкости представлены в таблице 2.

Таблица 1. Фазовый состав образцов гидратированного диоксида титана, прокаленного при различных температурах

Температура термообработки, °С					
110	200	400	600	800	900
аморфная	аморфная	анатаз	анатаз+рутил	рутил+анатаз	рутил

Таблица 2. Сорбционная емкость образцов TiO_2 , полученных различными методами

Метод получения TiO_2			
химический		электрохимический	
в раствор введено соединений железа (II), мг/л	в растворе найдено соединений железа (II), мг/л	в раствор введено соединений железа (II), мг/л	в растворе найдено соединений железа (II), мг/л
1,5	0,05	1,5	0,11
3,0	0,08	3,0	0,13

Согласно полученным данным, сорбционная емкость образцов диоксида титана, полученных химическим способом несколько выше, чем у образцов, полученных электрохимическим окислением металлического титана [3].

Проводимые в настоящее время исследования, тем не менее, показывают, что, варьируя условия получения гидратированного диоксида титана с помощью использования переменного тока, увеличения плотности тока и концентрации электролита, температуры синтеза и высушивания, можно значительно улучшить сорбционные характеристики сорбента, получающегося электрохимическим окислением металлического титана. Кроме того, выход сорбента, получаемого с помощью этого метода выше, чем при необратимом гидролизе реактива $TiCl_4$. Также дополнительно удастся избежать выделения паров соляной кислоты (и других соединений хлора), что неизбежно происходит при химическом синтезе сорбента.

Список литературы

1. Руководство по контролю качества питьевой воды. Рекомендации. – Женева ВОЗ. – 1986. – Т. 1. – 126 с.
2. Коробочкин В.В. Процессы получения нанодисперсных оксидов с использованием электрохимического окисления металлов при действии переменного тока: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук – Томск, 2008. – 49 с.
3. Смирнова В.В., Назаренко О.Б. Применение оксидов и гидроксидов титана для очистки питьевой воды // Труды VIII международной конференции студентов и молодых ученых «Перспективы развития фундаментальных наук» 26–29 апреля 2011 г. – Томск: ТПУ, 2011. – С. 383–385.

УДК 628.16

Перспективы городского водоснабжения с позиции экологически рационального использования природных ресурсов

Р.С. Федюк, З.А. Муталибов

Дальневосточный федеральный университет, г. Владивосток, Россия

E-mail: roman44@yandex.ru

Рассмотрено современное состояние водоснабжения г. Владивостока. Приведены перспективы использования водоснабжения в дальнейшем с позиции экологической рациональности.

Проблема дефицита пресной воды достаточно актуальна для Владивостока, как в количественном, так и в качественном отношении. Данная проблема возникла ввиду неравномерного распределения поверхностного стока по территории и сезонам года, периодической цикличности маловодных лет, неиспользования месторождений подземных вод, антропогенного загрязнения воды в водохранилищах питьевого назначения, а также износа сетей и водопроводных сооружений, вследствие чего на всем протяжении от водохранилищ до потребителей существуют достаточно большие потери (утечки) воды.

В настоящее время основным источником водоснабжения города являются поверхностные воды, забор которых производится из трех водохранилищ и двух подруслловых водозаборов: Пионерский гидроузел, Богатинский гидроузел, Артемовский гидроузел, Шкотовский водозабор, Ковш Артем ТЭЦ. Потребность города в воде составляет 400-500 тыс. м³/сутки. Источники водоснабжения покрывают потребности города лишь частично. Проблема может усугубиться, когда реализуется проект застройки Русского острова. Таким образом, вопрос строительства дополнительного, резервного источника водоснабжения возникал регулярно. Этим источником может стать крупнейшее на Дальнем Востоке месторождение – Пушкинское месторождение подземных вод (Пушкинская депрессия), которая позволит дополнительно поставлять для нужд южного Приморья 200-250 тыс. м³/сутки – половину того, что Владивосток получает сегодня. Источниками финансирования проектирования и строительства объекта являются краевой и федеральный бюджет.

Введение в эксплуатацию Пушкинской депрессии позволит сократить количественный дефицит воды во Владивостоке, но сохранит качественный, который возникает в магистральных трубопроводах и распределительной сети ввиду ее износа (более 60 %), вследствие чего процесс транспортировки воды связан с ее потерями. По данным, полученным в ОАО «Водоканале», потери воды на пути ее транспортировки от места забора из источника водоснабжения до потребителей составляют 50 %. Все потери включаются в тарифы на жилищно-коммунальные услуги, то есть население помимо реального расхода воды оплачивает и значительные утечки в системе водоснабжения.

При этом система контроля и учета индивидуального водопотребления работает недостаточно эффективно (на 1 января 2011 года в Приморском крае приборами учета холодной воды оборудованы 28,9 % квартир; горячей воды – 29,1 %). То есть оплата услуг водоснабжения для большинства жителей производится по нормативам, которые включают в себя значительное количество утечек из системы на всех этапах прохождения воды, обусловленными причинами технического и социального свойства [1].

В качестве путей по сокращению потерь воды в системе водоснабжения можно выделить следующие:

- *Проведение обновления основных фондов систем коммунального водоснабжения и канализации за счет привлечения частных инвестиций.* Значительный износ сетей и водопроводных сооружений требует модернизации, что будет сопровождаться большими расходами. Покрыть эти расходы можно несколькими путями: значительно повысить тарифы, что представляется малоэффективным, так как повлечет за собой увеличение числа абонентов-должников, и эффективность данных мер окажется под вопросом или за счет бюджетных средств, размер которых представляется недостаточным. Таким образом, наиболее эффективным мероприятием является привлечение частных инвестиций.
- *Организация учета потребляемой воды путем повсеместной установки приборов учета.* Если принять во внимание краткосрочный прогноз, основанный на проекте Правил предоставления, приостановки и ограничения предоставления коммунальных услуг, согласно которого граждане, не установившие счетчики на воду, с 2012 года будут платить за жилищно-коммунальные услуги на 20 % больше остальных, а с 2013 года – на 40 % больше, то эффективность установки приборов учета воды для населения становится очевидной. Тем более, что помимо повышения тарифов, данным документом предусматривается возможность для населения рассрочки оплаты за счетчики воды и их установку, что будет являться стимулирующим фактором для населения.

Установка индивидуальных водоучетных приборов позволит уменьшить плату населением за обеспечение пресной водой, так как жители уже не будут оплачивать потери воды в сетях: оплата будет производиться только за реальный расход воды семьей. Также снизится нерациональный расход воды в квартирах, а, следовательно, и объем сбрасываемых сточных вод, что будет способствовать уменьшению загрязнения водоемов и возможному снижению расходов

по очистке канализационных стоков. Помимо данных мероприятий можно предложить и другие варианты по управлению снижением водопотребления в жилищно-коммунальной сфере за счет снижения расхода питьевой воды, а значит и снижения платы за нее. Предлагается осуществить систему повторного использования воды для коммунальных потребителей (по принципу систем судового водоснабжения).

Все бытовое водоснабжение судов делится на питьевую (20 %), мытьевую (55 %) и санитарную воду (25 %).

Суть системы повторного использования воды на судах заключается в следующем: использованная мытьевая вода после очистки применяется повторно в качестве санитарной (для смыва унитаза). Таким образом, проблема дефицита воды на борту судна не стоит перед экипажем, так как система водоснабжения судов практически не зависит от снабжения водой с берега (за исключением питьевой воды).

Подобный опыт применения для коммунальных потребителей уже существует: в Берлине (Германия) в одном из жилых зданий осуществляют очистку «серых стоков» и их повторное использование. В здании смонтированы две отдельные системы канализации – одна для туалетов («черные стоки»), а другая для умывальников, раковин кухонь, ванн, душей и бытовой техники, то есть для «серых стоков». Вода с помощью кварцевых ламп очищается ультрафиолетовым облучением в специальной установке, размещенной в подвале здания, после чего вода подается насосом через отдельную систему трубопроводов на водоснабжение смывных бачков туалетов [2].

Предлагаемая система позволит снизить количество «свежей» воды. В настоящее время вся используемая вода использует такие качественные характеристики, которые относят ее к разделу питьевой, то есть вода, используемая на все нужды (питьевые, мытьевые, санитарные нужды, в системе отопления, для производственных целей на предприятиях промышленности, а также для работы фонтанов, на заливку катков, на полив газонов, на пожаротушение и т.п.), фактически является пригодной для питья. А ведь требования, предъявляемые к воде должны соответствовать каждому конкретному назначению. В настоящее же время оплата фактически производится за питьевую воду, стоимость которой по факту затрат гораздо выше. В связи с этим предлагается вторично использовать мытьевые воды (из ванны) для санитарных целей, также они могут являться резервом при пожаре.

Предлагаемые мероприятия не снижают уровень комфорта жителей.

Рассмотрим принцип подготовки санитарной воды.

Вход в систему заключается в процессе наполнения емкости водой, использованной в мытьевых целях. Таким образом, вход в систему характеризуется наличием следующих частиц:

- различные моющие средства (мыло, шампунь, стиральный порошок, зубная паста);
- частицы, которые человек смывает в процессе стирки (грязь, нитки и т.п.).

Все загрязняющие вещества занимают довольно малый объем.

Сопоставление качества использованной мытьевой воды и требований, предъявляемых к ней потребителями (в качестве санитарной), определяет необходимость по степени ее очистки.

Выход системы представляет собой процесс перекачивания воды, пригодной для санитарных нужд, из емкости для сбора воды в смывной бачок.

Реализация системы повторного использования воды предполагает два варианта сбора мытьевой воды – локальную и общую систему.

При *локальной системе* сбор мытьевой воды производит каждая семья самостоятельно в своей квартире. В данном случае сбор воды производится в специально сконструированной емкости. Располагаться она будет непосредственно под ванной или в туалете за унитазом.

Произведя слив воды в емкость, вода будет подвергаться отстаиванию. В данном случае мытьевую воду нет необходимости очищать до норм питьевой воды, а, учитывая, что в такой воде нет каких-либо ядовитых веществ, то процесс отстаивания является наиболее оптимальным. Пройдя такую обработку, вода по специально подведенным трубам поступает в смывной бачок, где и используется в качестве санитарной. Затем повторно использованная вода поступает в канализацию.

При проектировании емкости необходимо учитывать коэффициент резерва воды, так как могут возникнуть непредвиденные ситуации типа внезапного отключения водоснабжения, прихода гостей, а также болезненного состояния человека. Полученный резерв воды можно также использовать для промывания емкости от засоряющих частиц. Если резерв оказался лишним, то излишек можно направить в канализацию. Если же наоборот, семье не хватило запланированной воды, недостаток ее можно восполнить простым открыванием крана в ванной. В данном случае вода просто перетекает в емкость для сбора воды, а уже затем в смывной бачок. Но при этом вода

будет проходить не все этапы жизненного цикла, а жители будут платить за каждый перерасходованный литр воды.

При *общей системе* сбор мытьевой воды производит многоквартирный дом или группа домов. Сбор воды, использованной на мытье нужды, производится жильцами в специально сконструированной для этого емкости. Затем, пройдя очистку, часть «свежей» воды направляется в дом для использования ее в качестве санитарной, а другая часть направляется в систему отопления.

В настоящее время в системе отопления используется вода питьевого качества, хотя требования, предъявляемые к такой воде, гораздо ниже и вполне достаточно использовать в системе отопления «очищенную» мытьевую воду. Очистка должна производиться с учетом требований, предъявляемых к воде, пригодной для использования в системе отопления.

Сбор воды осуществляется в специально сконструированной емкости, в которой вода отстаивается. Затем вода направляется в другую емкость, где будет проводиться обеззараживание с целью уничтожения различных болезнетворных бактерий: ведь в многоквартирном доме живет большое количество жителей, и не известно, является ли кто-либо из них носителем заболеваний. В данном случае предлагается решение использовать гипохлорит натрия (NaClO), так как к санитарной воде и воде, направляемой в систему отопления, предъявляют невысокие требования.

При проектировании емкости для сбора воды многоквартирным домом (в отличие от емкости, установленной в квартире для каждой семьи) не учитывается коэффициент резерва воды на экстренные нужды человека, так как при большом количестве жителей в этом нет особой необходимости. Излишки очищенной воды могут являться резервом при пожаре, а при отсутствии такой необходимости сбрасываться в канализацию.

Данные емкости можно расположить в любом наиболее приемлемом месте: под землей (во дворе, на пустыре, в овраге, в лесном массиве) или на крыше дома при условии надежности конструкции здания. При этом степень комфортности и благоустройства местности для жителей не будет снижаться. В случае, когда емкость будет располагаться под землей, важным моментом является то, что это не повлечет за собой дополнительных наземных построек. В случае, когда емкость будет устанавливаться на крыше здания, необходимо учитывать коэффициент нагрузки на конструкцию здания. В обоих случаях изменение системы водоснабжения повлечет только незначительные неудобства, связанные с процессом строительства.

Внедрение систем повторного использования мытьевой воды для коммунальных потребителей является одним из вариантов снижения водопотребления в жилищно-коммунальной сфере.

Список литературы:

1. Федюк Р.С. Экологические аспекты проектирования энергоэффективных зданий в Приморском крае (Доклад) // Материалы XVI Всероссийской научно-технической конференции «Энергетика: экология, надежность, безопасность»-Томск: ТПУ, 2010. – с. 141-143.
2. Куличков С.В., Федюк Р.С., Муталибов З.А. Современные принципы проектирования энергоэффективных сооружений объектов военной инфраструктуры // Материалы 53 Всероссийской научной конференции. Том I, Военно-специальные вопросы – Владивосток: ТОВМИ им. С.О. Макарова ВУНЦ ВМФ «ВМА», 2010. – с. 53-55.

УДК 330.15, 332.36

Издержки современного энергопотребления: деградация окружающей среды

Т.Ш. Фузелла

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, г. Томск, Россия

E-mail: fts10@yandex.ru

Рассмотрены темпы деградации биосферы в XX веке в аспекте современного энергопотребления. Установлено, что на современном энергетическом рынке предпочтение отдается загрязняющим источникам энергии, например, серосодержащим - углю и нефти, а не экологически чистым возобновляемым источникам. Проблема экономии энергии в современных условиях должна решаться с учетом максимального использования возможностей по частичному самообеспечению энергией, с использованием компонентов, воспроизводимых в собственном биологическом цикле.

Проблема использования технической энергии и экономии энергетических ресурсов на Земле тесно связана с вопросами защиты окружающей среды от загрязнения, поскольку энергетические установки являются основными антропогенными источниками загрязняющих

веществ на планете [1]. В результате хозяйственного использования произошли колоссальные утраты земельных ресурсов сельского хозяйства, площадь деградированных земель приблизилась к 2 млрд. га: 580 млн.га из-за сведения лесов; 680 млн.га из-за перевыпаса скота; 550 млн.га из-за всех форм эрозии, засоления и химического загрязнения [2]. Скорость «техногенного опустынивания» в мире составляет 7-10 млн. га в год. Ежегодно ещё 20 млн. га теряют продуктивность из-за эрозии и наступления песков. От деградации почвы уже пострадали 70% засушливых земель планеты (3,6 млрд. га). По данным фундаментальных сводок о росте техносферы и утратах биосферы [2,3,4] можно проследить рост потребления материально-технических потоков в XX веке (табл.1) и связанную с этим деградацию природных ресурсов за последние сто лет (см. табл.2).

Таблица 1. Темпы развития материально-технических потоков в XX веке [по 5]

Показатель	Начало XX века	Конец XX века
Валовой мировой продукт, млрд. долл/год	60	30000
Энергетическая мощность техносферы, 10^{12} Вт	1	14
Численность населения, млрд. человек	1,6	6,1
Добыча всех видов ископаемых, 10^9 т/год	0,6	125
Потребление первичной продукции биоты, %	1	12
Площадь суши, занятая техносферой, млн. км ²	13	38

Таблица 2. Динамика деградации биосферы в XX веке [по 5]

Показатель	Начало XX века	Конец XX века
Потребление пресной воды, км ³ /год	360	5000
Площадь лесов, млн. км ²	46,5	38,7
Площадь вторичных пустынь, млн. км ²	28	36
Площадь деградированных земель, млн.га	140	1900
Сокращение числа видов, %	-	20
Риск техногенных поражений людей	0,5	2,5

За последние сто лет валовой мировой продукт возрос в 500 раз – с 60 до 30000 млрд. долл/год, также увеличились в 14 раз: энергетическая мощность техносферы (с 10^{12} Вт до $14 \cdot 10^{12}$) и объём потребления пресной воды (с 360 до 5000 км³/год). Численность населения возросла в 4 раза - с 1,6 до 7 млрд. человек, добыча всех видов ископаемых увеличилась в более чем 200 раз - с $0,6 \cdot 10^9$ до $125 \cdot 10^9$ т/год. Потребление первичной продукции биоты возросло в 12 раз. Площадь суши, занятая техносферой, возросла в 3 раза - с 13 до 38 млн. км². В результате деятельности человека площадь лесов сократилась на 7,8 млн. км² - с 46,5 до 38,7 млн. км², а площадь вторичных пустынь возросла в 1,3 раза - с 28 до 36 млн. км². Площадь деградированных земель увеличился почти в 14 раз - с 140 до 1900 млн.га, это привело к сокращению в 20 раз числа видов и увеличению риска техногенных поражений людей в 5 раз. На основании анализа аэрофотоснимков, проведённого авторами [5], была оценена площадь земель, не затронутых хозяйственной деятельностью, которая составляет 38,6 млн. км² (28 % обитаемой суши). Глубокому антропогенному преобразованию сейчас подвергнуто более 28% поверхности суши, 17 % из них - земледельческая площадь, 8% - урбанизированные территории и 3% - «bedland» – площади пустырей, свалок отходов, скоплений перемещённых грунтов.

Как видно из табл. 3, основной экологический ущерб окружающей среде принадлежит добыче, переработке и сжиганию ископаемых топлив, особенно угля и нефти (до 75% доли антропогенного экологического ущерба). Другим крупным загрязнителем атмосферы является транспорт (около 14% выделения углекислого газа). Автомобильный транспорт (составляющий более 500 млн. единиц) с ростом в 5,1% потребляет около половины добываемой в мире нефти. Таким образом, складывающаяся на планете энергетическая ситуация, требует изменения интенсивного потребления ископаемых источников энергии всеми странами мира.

В России находится третья часть черноземов мира, предоставляя более 80% сельскохозяйственной продукции. Черноземы отличаются высоким плодородием, мощностью гумусового горизонта и сбалансированностью минеральных элементов питания растений. Они являются как бы эталоном оптимального содержания химических элементов в почве и запасают огромное количество энергии. Однако почти полная распашка степей на юге, перевыпас скота участии пыльные бури, выметающие почву на сотнях тысяч гектаров пашни.

Таблица 3. Экологический ущерб, связанный с использованием ископаемого топлива [6]

Изменяемый параметр среды	Доля антропогенного экологического ущерба, вызванная данным фактором			
	Промышленные источники энергии [уголь, нефть, газ]	Биомасса	Сельское хозяйство	Промышленное производство и др. факторы
Содержание углекислого газа	75% сжигание ископаемых топлив	3% вырубка леса на топливо	15% вырубка лесов под пашню	7% вырубка на древесину, производство цемента
Поток пылевых частиц	35% сжигание ископаемых топлив	10% сжигание древесины	40% сжигание сельскохозяйственных отходов, переработка пшеницы	15% плавка металлов, расчистка земли для сельхозцелей
Поток оксидов азота	12% сжигание ископаемых топлив	8% сжигание древесины	80% удобрения, расчистка угодий, разрушение водоносных пластов	–
Содержание метана	18% добыча, переработка ископаемых топлив	5% сжигание древесины	65% гниение растительных и животных остатков, расчистка угодий	12% свалки отходов
Поток диоксида серы	85% сжигание ископаемых топлив	0,5% сжигание древесины	1% сжигание сельскохозяйственных отходов	13% плавка металлов, сжигание отходов
Поток нефти в океаны	60% добыча, переработка и транспортировка нефти	–	–	40% выброс отходов
Поток ртути	20% сжигание ископаемых топлив	1% сжигание древесины	2% сжигание сельскохозяйственных отходов	77% обработка металлов, промышленное производство, сжигание отходов
Поток свинца	83% сжигание ископаемых топлив	–	–	37% обработка металлов, промышленное производство, сжигание отходов

Большой ущерб нанесен также неправильным орошением. За 50 лет Россия потеряла более 1/3 своего чернозема. На юге России - в Волгоградской, Ростовской областях, Краснодарском крае, Ставрополье из-за эрозии, подтопления и засоления продолжается потеря чернозема - одного из главных богатств страны.

Быстро растет изъятие земель под неаграрные объекты. При этом неизбежно изымаются и плодородные земли, так как именно на таких территориях формируется наибольшая хозяйственная активность. Значительные потери плодородных пойменных земель связаны с гидростроительством. Площадь затопленных земель в результате создания водохранилищ на равнинных реках Европейской части России достигла 3,5 млн. га. Некоторые гидроузлы в бассейнах Волги, Дона и Кубани (при правильном подсчете баланса между выгодой и ущербом с учетом ценности затопленных земель и других факторов) нанесли стране огромные убытки.

Вопрос о будущем развитии энергетики можно по праву считать одним из самых главных в настоящее время по двум основным причинам. Во-первых, наше время можно считать переломным из-за близкого истощения сырья, накопленного в былых биосферах. Скоро мы уже не сможем паразитировать на несовершенствах круговоротов прошлых биосфер и будем должны беспокоиться о более надежных возобновляемых источниках энергии (ВИЭ). Во-вторых, следует подумать о гармоническом «вписывании» человечества в глобальный круговорот, пока он не нарушен в его основе. Скрытые социальные и экологические затраты, риск, связанный с использованием ископаемых видов топлива - основные барьеры к коммерциализации возобновляемых технологий. Общеизвестно, что современные рынки игнорируют эти затраты. На самом деле, на мировом энергорынке предпочтение отдается загрязняющим источникам энергии, например, серосодержащим - углю и нефти, а не экологически чистым возобновляемым источникам. До тех пор, пока традиционные технологии способны перекладывать на общество существенную часть своих затрат, связанных с загрязнением окружающей среды и расходами на

здравоохранение, ВИЭ будут находиться в неравных условиях. И это несмотря на то, что ВИЭ практически не ухудшают состояние экологии и даже дают такие положительные эффекты, как создание рабочих мест, особенно в сельской местности.

Очень трудно оценить затраты, связанные с экологическим загрязнением, а некоторые из них даже трудно определить. Согласно исследованиям, проведенным немецкими учеными [7], затраты на производство электроэнергии ископаемых видов топлива, не включая затраты, связанные с решением проблемы глобального потепления, составляют 2,4-5,5 цент/кВт·ч. В то же время стоимость электроэнергии, выработанной атомными электростанциями, - 6,1-3,1 цент/кВт·ч. Согласно другому исследованию [7], выбросы SO₂ при сжигании угля на американских электростанциях ежегодно обходятся гражданам США в 82 миллиарда американских долларов - дополнительно для возмещения ущерба, нанесенного здоровью людей. Сокращение сельскохозяйственных урожаев, вызванное загрязнением воздуха, обходится американским фермерам в 7,5 млрд. американских долларов в год. Важным является тот факт, что граждане США фактически ежегодно оплачивают скрытые затраты, связанные с использованием энергии, в размере примерно 109-260 млрд. долларов. Подобные примеры могут быть приведены для других стран. Таким образом, можно сделать вывод о том, что чем мощнее энергетика страны и чем выше потребление первичной продукции биоты в ней, тем больший «вклад» она вносит в глобальную деформацию окружающей среды. Если бы все перечисленные издержки включались в рыночные процессы, технологии по применению ВИЭ оказались бы в более выгодном положении, конкурируя с ископаемыми видами топлива. Следовательно, проблема экономии энергии в условиях недостаточности и заметного удорожания основных видов энергоресурсов должна решаться с учетом максимального использования возможностей сельского хозяйства по частичному самообеспечению энергией, а также некоторыми другими компонентами, воспроизводимыми в собственном биологическом цикле. В этой связи заметим, что ограниченность энергетических ресурсов становится одним из факторов, определяющих темпы экономического роста.

Опыт истории показывает, что увеличение энергопотребления усиливает конфликт между человечеством и биосферой. Стало совершенно очевидно, что дальнейшее сохранение закономерности «чем выше энергетическая мощь человечества, тем больше людей может прокормить Земля, и чем больше энергии, тем выше благосостояние землян» ведет человечество к катастрофе.

Работа выполнена в рамках проекта VII. 63.1.3. фундаментальных исследований ИМСЭС СО РАН.

Список литературы:

1. Булаткин Г.А. Эколого-энергетические основы оптимизации продуктивности агроэкосистем. – М.: ИФПБ РАН. – 2008. – 366 с.
2. Глобальная экологическая перспектива-3 (ГЕО -3). – М.: ЮНЕП, 2002. – 504 с.
3. Ковда В.А. Почвоведение. Типы почв, их география и использование. – М.: Высшая школа. – 1988. – 400 с.
4. Горшков В.Г. Физические и биологические основы устойчивости жизни. – М.: ВИНТИ, 1995. – 470 с.
5. Акимова Т.А. Экономика природы и человека. – М.: Экономика, 2006. – 334 с.
6. Возобновляемая энергия. М.: Изд-во Интерсоларцентр. – 1998. – № 4
7. <http://esco-ecosys.narod.ru/journal/journal68.htm>

Рекультивация земель просек ВЛ–500 кВ

В.В. Хахалкин

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

Относительно ситуации прокладки ВЛ, захватывающей южную тайгу предгорий Кузнецкого Алатау и Мариинско-Ачинский лесостепной округ, куда попадает Арчекасский кряж, можно рекомендовать достаточно эффективный перечень мероприятий:

- противозерозионные;
- складирование плодородного слоя, взятого из-под опор ВЛ перед их установкой;
- подсыпка плодородного слоя почв на средне- и сильно нарушенных участках просеки ЛЭП;
- внесение комплексных удобрений на среденарушенных участках дерново-подзолистых почв;

- при недостатке плодородного слоя или трудностей доставки грунта проведение рыхления дисковой бороной средне и сильно нарушенных участков;
- подсев бобово-злаковой травосмеси ;

- рекомендуют подсев мятлика на рекультивируемых землях. На просеке ВЛ мятлик является доминантом растительного покрова и одним из основных дернинообразователей.

Противоэрозионные мероприятия требуются при углах наклона поверхности более 2 градусов. В результате снятия дернового горизонта почв и обнажения элювиального горизонта, подстилающих пород легкого гранулометрического состава наблюдается развитие плоскостной и линейной эрозии. Плоскостная водная эрозия наблюдается на выположенных поверхностях макросклона кряжа. Для предотвращения этого процесса необходимо проведение дернования экспонированной поверхности почв. Линейная эрозия развивается на трансэлювиальных поверхностях, когда вскрываются средне- и легкосуглинистые слои. В этом случае, для закрепления рельефа поверхности требуется террасирование тальвегов стока, обваловка и другие мероприятия. Противоэрозионные мероприятия необходимо осуществлять непосредственно после установки опор и натяжения проводов. При наличии глубоких рытвин и ям (глубиной более 50 см) следует провести предварительную планировку рельефа поверхности и подсыпку грунтов.

После закрепления рельефа поверхности и усадки грунтов, требуются мероприятия по рекультивации плодородного слоя техногенно-нарушенных участков просеки ВЛ-500 кВ. В случае почв с небольшой мощностью гумусового горизонта, таких как дерново-подзолистые, эти мероприятия особенно важны, так как их естественные восстановительные ресурсы ограничены.

Для проведения этих видов работ следует заготовить плодородный слой. Источником плодородного слоя могут быть участки установки опор на почвах с мощным гумусовым горизонтом, в данном случае лугово-черноземных, темно-серых почв и черноземов, располагающихся на водораздельных поверхностях кряжа в 2-3 км от нарушенных лесных почв просеки ВЛ. Перед установкой опор на луговых биогеоценозах снимаются дерновый и гумусовый горизонты и складываются отдельно. Плодородный слой засыпается на средне- и сильнонарушенных участках почвенного покрова просеки и под опорами ВЛ слоем 15- 20 см. Такая мощность гумусового горизонта характерна для окружающих просеку почв. Насыпные грунты под опорами, противоэрозионная обваловка и террасы на склоне покрываются дерном.

В случае отсутствия источников плодородного слоя можно использовать торф, навозно-соломенные компосты и т.д. В условиях невозможности или экономической нецелесообразности доставки этих материалов, достаточно внесение комплексных удобрений из расчета 100 - 170 г комплексных удобрений на 1 м², с последующим рыхлением нарушенных почв просек дисковой бороной.

На подготовленных участках необходим подсев бобово-злаковой травосмеси (костреца безостового и клевера). Следует провести прикатку поверхности посевов. Подсев злаков эффективно создает дерновый горизонт почв, предотвращая эрозионные процессы. Кроме того, развитая дернина снижает вероятность прорастания древесной растительности (березы, сосны, ивы), легко заселяющейся на нарушенных участках просеки. Присутствие древесных пород под действующей ВЛ-500 кВ приводит к возрастанию токов утечки и требует дополнительных расходов по выкорчевке древесного подроста.

Проведение рекультивационных мероприятий в 3-5 раз ускоряет процесс регенерации и восстановления естественного плодородия почв вскрышных карьеров. На просеках ВЛ, для которых характерно частичное сохранение естественных участков ненарушенного сложения, процесс восстановления естественного плодородия, видимо, будет протекать значительно быстрее.

Площадь сильнонарушенных почв сократилась в 3 раза, среденарушенных – в 4 раза, соответственно кратно возросла площадь слабо нарушенных. Такое сокращение площадей техногенно-нарушенных земель приведет к сокращению ущерба от строительства ВЛ-500 кВ в примерно в 4 раза.

Ландшафтная основа проблем районирования трасс ВЛ СВН И УВН

В.В. Хахалкин

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

Использование тех или иных принципов и методов при ландшафтном познании регионов предопределяется следующим:

- теоретическими позициями автора;

- наличием фактического материала для ландшафтного анализа;
- задачами по конечному использованию полученных результатов.

Для ландшафтного анализа любой территории необходимо решить следующие теоретико-методические аспекты:

- определить содержательную сторону понятия «структура ландшафта»;
- определить ранг тех геосистем, на исследовании структур которых планируется сосредоточить основное внимание;
- обосновать критерии и процедуру выделения минимальных ландшафтных единиц;
- обосновать критерии для выявления ландшафтных границ и для обоснования пространственных рамок ландшафтных систем надэлементарного (надфациального) уровня;
- принять одну из существующих классификаций ландшафтных систем, модифицировать её при необходимости или разработать авторский вариант классификации.

При выделении региональных и типологических ландшафтных систем обычно придерживаются следующих принципов: 1) комплексности; 2) относительной однородности (однообразия); 3) генетического единства и территориальной общности; 4) однотипности и аналогии.

Для выделения физико-географических районов широко используют следующие методы: наложения частных видов районирования, выявления ведущего фактора, анализа карт для определения встречаемости характерных ландшафтов и анализа карт типологических ландшафтных единиц. Районы и ландшафты состоят из более мелких ландшафтных систем, важное значение из которых принадлежит минимальной ландшафтной единице или «молекуле ландшафта» по выражению В.Б. Сочавы. Именно наличие информации о фациальной структуре конкретного ландшафта позволяет познать его как целостный объект.

Так, нами при картографировании ландшафтных систем речных и горных районов применялся масштаб 1:2000, при картографировании геосистем надпойменных террас и междуречных пространств равнинных частей Западной Сибири, относящихся к подзонам подтайги и южной тайги, использовался в основном масштаб 1:5000, при картографировании степных ландшафтов Алтая и Казахстана реализовывался масштаб 1:10000.

Объём понятия «фация» в настоящее время трактуется не однозначно, исходя из того, что в изучении ландшафтных систем сложилось два основных направления - морфологическое и структурно-динамическое. Широко известно определение фации как природно-территориального комплекса, на протяжении которого сохраняется одинаковый характер рельефа, литологический состав поверхностных отложений, режим увлажнения, одна почвенная разность и один биоценоз.

Разные подходы в изучении фациальной структуры ландшафтов определяют и применение разных диагностических признаков выявления фаций. Например, В.С.Михеевым в основу выделения фаций «было положено изучение и сопоставление их вертикальных профилей в разных местоположениях», т.е. вертикальная или радиальная структура биогеоценоза. По его мнению, «строение вертикального профиля как комплексное сопряжение различных компонентов служит главным показателем, который должен учитываться при диагностике фаций».

Эти предложения были реализованы нами при изучении фациальной структуры ландшафтных систем черневой тайги в Кузнецком Алатау. В пределах полигонов-трансектов, где выполнялась крупномасштабная ландшафтная съёмка, была заложена серия площадок для выявления вертикальной и горизонтальной структуры выделов фаций. Для выявления вертикальной и горизонтальной структуры принимались участки площадью 100 кв.м (5x20 м), а для горизонтальной – площадью 1500-3000 кв.м.

Основным методическим приёмом, используемым для сбора информации о вертикальной структуре выделов фаций, являлась зарисовка трёх основных элементов – яруса, полога и фитоценогического горизонта. При изучении горизонтальной структуры центральным звеном натурных работ служила фиксация на планах в масштабе 1:100 расположения древесных и кустарниковых растений (стволов и крон) с помощью мензульной съёмки. Использование такого приёма позволяло одновременно определять высотные отметки и выявлять микроформы рельефа. Используя планы, отражающие древостой и кустарниковые растения, нами выявлялись микроценозы, микрогруппировки, конгрегации и другие элементы горизонтальной структуры фитоценозов – одного из важных компонентов в лесных ландшафтах. При анализе материалов, характеризующих внутрифациальную, прежде всего фитоценогическую, структуру нами широко использовались методические разработки.

Профили на местности располагались, как правило, перпендикулярно простирающему геоморфологическим элементам и в зависимости от ландшафтной сложности участка и других

причин длина их варьировала от 0,5 до 18 км. На каждом профиле выполнялись следующие работы: инструментальная нивелировка, геоморфологическое описание прилегающей к профилю местности (ширина 25-40 м), картографировались почвы и растительный покров. Для характеристики литологического состава поверхностных отложений выполнялись буровые работы на глубину 2-2,5 м с применением почвенного бура. В пределах отдельных профилей и на характерных выделах фаций отраслевыми специалистами изучались водно-физические свойства почв, динамика их влажности и температурного режима, определялась урожайность и кормовые достоинства луговых травостоев.

Многокомпонентное, и иерархическое строение ландшафтных систем, динамизм их свойств и иные факторы определяют проблему границ между ними как весьма сложную. Некоторые зарубежные учёные отрицают объективное существование ландшафтных границ, читая их продуктом мысли исследователя. Большинство же отечественных ландшафтоведов признают объективное существование ландшафтных границ.

Границы могут классифицироваться по функциональным признакам, по форме, по характеру выраженности. По мнению многих исследователей в пограничных зонах сопряженных ландшафтных систем имеются, как правило, переходные полосы, размеры которых не укладываются в ранг самых мелких ландшафтных единиц. К причинам, определяющих эту ситуацию относятся и разная скорость и интенсивность, происходящих в компонентах природных процессов, и разный возраст и время формирования этих компонентов.

Природные компоненты взаимосвязаны, во многом взаимообусловлены, но они же имеют между собой и качественные, вещественные различия. При совмещении планов, на которых показана локализация компонентов ландшафта, следует обратить внимание на следующий аспект. В рассматриваемых выделах почвенного и растительного покровов. Поверхностных отложений, форм рельефа отражаются компонентные классификации. Последние «построены» относительно друг друга на разных методологических подходах, по-разному учитывают генезисную и временную природу компонентов. Речь идёт о том, что при пространственном сравнении выделов элементарных почвенных выделов и фитоценозов совпадения границ мало реально из-за разных классификационных представлений этих пространств. На этот аспект, к сожалению, в научной литературе обращалось мало внимания.

Эти взгляды применимы и к диагностике ландшафтных границ. Но при картографировании и при использовании материалов ландшафтного анализа регионов в практических целях границы между ландшафтными системами целесообразно принимать как линейные, хотя они могут иметь и различный характер: быть отчётливыми или слабо выраженными; консервативными и мобильными; дивергентными, конвергентными, градиентными и процессными.

В пределах равнинных районов Западной Сибири, относящихся к степи, лесостепи, подтайге и южной тайге, ландшафтные системы надфациального уровня выявляются достаточно чётко по аэрофотоснимкам. К ним относятся урочища пойм, надпойменных террас, озёрных котловин, ложбин древнего стока, крупных болотных массивов.

Процедура выделения фаций на основании материалов крупномасштабной комплексной съёмки, по нашему мнению, выглядит следующим образом.

На каждом профиле и ключевом участке была отражена пространственная локализация мезоформ рельефа, почв, растительных фитоценозов и поверхностных отложений. Информация по этим основным составляющим ландшафтных систем получалась, как уже отмечалось, при сплошной съёмке масштабного диапазона 1:1000-1:5000. Мощность поверхностных отложений фиксировалась на уровне 2-2,5 м и она включает большую часть корневой биомассы растений. Почвы в легендах для профилей и ключевых участках отмечались на уровне подтипов.

Выше перечисленные компоненты были положены в основу дифференциации ландшафтного покрова. Информацию о микроклимате, животном мире, водном компоненте весьма сложно получить и весьма затруднительно использовать при выделении фаций ввиду их «подвижности». Хотя для выделения фаций и надфациальных единиц, особенно, в пределах долинных комплексов уровень грунтовых вод может служить дифференцирующим фактором и нами это учитывалось. При выделении выделов фаций важны две методические предпосылки:

1. Пространство фаций однородно относительно свойств, слагаемых их компонентов.
2. Компоненты, слагаемые фации, равнозначны, равноценны и в них нет ведущих и ведомых.

Исходя из этого, производится сопряжённый пространственный анализ компонентов ландшафта. Граница между выделами фации проводится в случае качественного изменения хотя бы одного из четырёх анализируемых компонентов. Следует заметить, что поверхностные

отложения практически не выступают как дифференцирующий компонент, т.к. их свойства реализуются в почвах.

Элементарная ландшафтная единица имеет малые площадные размеры. Например, в пределах Новониколаевского степного стационара Института географии Сибири РАН, имеющего площадь 72 га, выделено 47 ЭГА. Средняя величина выделов фаций в пределах Приангарского таёжного стационара Института географии РАН равна 0,06 кв.км, а их границы проводились через 200-300 м.

В обследованных нами южных районах Томской области, в северных районах Кемеровской области выделы фаций по профилям в среднем имели ширину 70-100 м, а площадь 3-7 га.

По мнению большинства отечественных географов отграничение в натуральных условиях таких надфациальных единиц как подурочища, урочища и местности выполняется на основании учёта, прежде всего, геоморфологических показателей.

В основе ландшафтных исследований должна лежать классификация ландшафтных систем, служащая важным инструментом их познания. Имеется значительный опыт по разработке классификационных схем как для всей территории страны, так и для её отдельных регионов.

Нами при изучении ландшафтов разных регионов использовался двухрядный принцип классификации геосистем В.Б.Сочавы, достоинством которого является:

- соблюдение генетического подхода при изучении динамики и эволюции геосистем;
- учёт двойственной природы геосистем;
- применение системного подхода к природному районированию и выбору для этого критических и других значимых компонентов ландшафта;
- принятие в качестве основы классификации наиболее мелкого ландшафтного образования – гомогенного ареала геосистемы.

Выявление элементарной ландшафтной системы, с которой начинается классификация, имеет важнейшее методическое значение, т.к. понимая устройство малой ячейки можно судить о структурных особенностях более крупных ландшафтных образований.

Выше уровня ЭГА рассматриваемая классификация строится по двум самостоятельным рядам – геомерам и геохорам, что, прежде всего, позволяет учитывать двойственный характер структуры геосистем – гомогенность и гетерогенность.

Ряд геомеров. В этом ряду происходит обобщение геосистем на основе их типологического сходства, т.е. осуществляется типизация выделов фаций. Первым уровнем такого обобщения является фация, понимаемая нами как тип ЭГА, т.е. как самая мелкая типологическая ландшафтная единица. Обобщение ЭГА в типы фаций (для краткости - в фации) основано на однородности свойств тех компонентов, которые фиксируются нами при крупномасштабном картографировании. Между собой фации различаются по характеру природных режимов, внутрифациальной структуре и свойствам, формирующих их компонентов.

Следующим уровнем типологического объединения фаций является группа фаций. В качестве критериев объединения фаций в группы называют преобладающий природный процесс, обуславливающий сходство природных режимов, а также отличия (отклонения) локально-географических свойств фаций от фоновых условий.

Ряд геохор. Реализация иного методического подхода в классификации геосистем, основанная на их пространственной интеграции, позволяет объединять ЭГА в следующие таксономические единицы: элементарные разнокачественные ареалы (ЭРА), микрогеохоры (урочища), мезогеохоры (местности), топогеохоры (природные районы) и макрогеохоры (природные округа). Эти хронологические единицы наиболее широко используются ландшафтоведом в их практической деятельности.

Объединение выделов фаций в ЭРА основано на их пространственной сопряжённости и функциональной целостности. При объединении выделов фаций в ЭРА главное внимание было уделено анализу их положения в рельефе, что определяет геохимическую сопряженность фаций. Приуроченность последних к одной мезоформе рельефа во многом определяет направленность протекающих в ЭРА природных процессов: стока поверхностных вод, переноса минеральных частиц и т.п.

Смежные фации и подурочища пространственно объединяются в урочища и микрогеохоры. Урочища являются наиболее широко применяемыми геосистемами при среднемасштабном картографировании. Границы урочищ устанавливаются, как правило, по геоморфологическим рубежам. По степени сложности урочища подразделяются на простые и сложные. Нередко под понятием «урочища» подразумевается ландшафтная система ранга сложного урочища.

Пока же выявление урочищ и местностей, как отмечалось, осуществляется по геоморфологическим рубежам, а различия устанавливаются на основании учёта компонентного состава этих пространств. Выделение урочищ и местностей без осуществления фациального анализа этих геохор является неправильным и значительно обедняет их ландшафтное содержание. Ведь определение хронологических единиц начинается с того, что «это комплекс определённой морфологической структуры...».

Новый способ переработки диоксида серы, содержащегося в отходящих обжиговых газах металлургических производств

Т.С. Цыганкова, А.А. Сечин, Е.В. Заболотская, В.Н. Михеев
Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение

В настоящее время, когда во всем мире существуют экологические проблемы, связанные с наличием промышленных отходов, ученые ищут пути решения производственных проблем в наиболее безопасном варианте для окружающей среды.

С этой точки зрения использование техногенных материалов в строительной промышленности является наиболее целесообразным направлением, поскольку в этом случае соблюдается основной закон природы – круговорот веществ. Сейчас, в производстве строительных материалов в основном используются природное сырье, однако в целях развития ресурсоэффективных технологий значительное их количество с успехом можно заменить техногенными материалами, в частности, техногенным ангидритом, тем самым сократить нагрузку на окружающую среду техногенными отходами.

Целью данных исследований является возможность использования выбрасываемого в атмосферу кислого газа – диоксида серы для превращения его в востребованный в строительной промышленности материал – ангидритовое вяжущее.

Для достижения поставленной цели необходимо было решить следующие задачи:

- определить условия и режимы, при которых будет происходить полная нейтрализация серной кислоты известняком, с получением безводного сульфата кальция;
- определить состав строительных смесей с использованием полученного техногенного безводного сульфата кальция, для получения закладочных растворов.
- определение условий и режимов, при которых будет происходить полная нейтрализация серной кислоты известняком, с получением безводного сульфата кальция;
- определение составов строительных смесей с использованием полученного техногенного безводного сульфата кальция, названного нами кальцитоангидритом, в отличие от известных ранее фторангидрита и фосфоангидрита, на примере получения закладочных растворов для заполнения шахтных пустот ОАО «Горно-металлургический комбинат «Норильский никель».

Историческая справка

Уже в древности (Ассирия, Китай, Греция) диоксид серы использовался при окуривании «для изгнания злых духов» (Гомер. Одиссея. XXII, 481-2, 493-5). Плиний упоминает, что «дух серы» является улучшителем вина *Plinius.Naturalis historiae. XIV. 129*). По мнению других авторов, в какой именно форме использовали серу не совсем ясно. Сернистый газ стал широко использоваться, вероятно, лишь во времена позднего средневековья. Применение его часто порождало проблемы. В Кёльне в XV веке обработка вина серой была полностью запрещена, так как из-за неё «природе человека наносится вред и пьющие становятся больными». В 1487 году в Ротенбурге существовало предписание, по которому обработка бочек серой допускалась, но «...следует брать на большую бочку не более лота серы». Обрабатывать вино серой можно было только один раз. Рейхстагом Линдау чрезмерное окуривание вина серой было запрещено в 1497 году, а годом позже запрет был введен и рейхстагом Фрейбурга в Брейсгау. В последующие столетия сернистый газ использовался как консервант для Целого ряда пищевых продуктов. И сегодня, несмотря на ограничения, связанные с токсичностью, он незаменим в производстве многих продуктов питания.

Методы

Для исследований были использованы следующие существующие методы: ситовой анализ сыпучих материалов для определения гранулометрического состава компонентов; потенциометрический анализ водной вытяжки продуктов нейтрализации; метод определения

прочности образцов на сжатие с помощью лабораторного пресса, рентгено-фазовый анализ образующегося в результате нейтрализации серной кислоты известняком сульфата кальция.

Результаты

В опытах использовали серную кислоту марки х.ч. с концентрацией 93 % масс. и известняк месторождения в г. Норильске следующего химического состава, % массовые (% масс.): CaCO_3 – 86,5; Al_2O_3 – 2,01; SiO_2 – 6,18; Fe_2O_3 – 1,28; MgCO_3 – 2,78; S – 0,31.

Предварительными опытами было установлено, что для нейтрализации серной кислоты указанным известняком требуется измельчение последнего с содержанием максимального размера его гранул ниже 200 мкм. Увеличение размера гранул известняка вызывало увеличение времени реагирования реагентов выше технологически приемлемых значений. Показателем степени нейтрализации серной кислоты служило значение pH водной вытяжки продукта взаимодействия измельченного и просеянного через сито известняка с серной кислотой. Стехиометрическое количество известняка не обеспечивало полную нейтрализацию серной кислоты даже при температурах выше 150°C. Поэтому были проведены опыты по определению оптимального избытка известняка относительно стехиометрически необходимого для полной нейтрализации серной кислоты.

С целью получения безводного сульфата кальция и исключению возможности образования полуводного сульфата кальция были проведены исследования по определению оптимальной температуры процесса нейтрализации вышеуказанных реагентов.

Влияние влияния времени перемешивания известняка с серной кислотой на значение pH продукта нейтрализации

В таблице 1 представлены результаты влияния времени перемешивания известняка с серной кислотой на pH водной вытяжки массы при температуре взаимодействия 120 °C в лопастном лабораторном смесителе и избытке известняка над стехиометрическим количеством 50 % масс. Кислотность определяли с помощью аналитического устройства pH-150 МИ (ООО «Измерительная техника», г. Москва, 2010 г.). Водная вытяжка техногенного ангидрита представляет собой водный раствор водорастворимого сульфата кальция после перемешивания навески продукта в количестве 10 г в 50 мл дистиллированной воды, тщательного перемешивания и выдержки в спокойном состоянии на протяжении 5 минут.

Таблица 1. Влияние времени перемешивания известняка с кислотой на pH водной вытяжки массы

№ п/п	Время перемешивания, мин.	Значения pH
1	4	2,4
2	5	3,9
3	6	5,3
4	7	5,3
5	8	5,3

Рекомендуемое время перемешивания серной кислоты с Норильским известняком в лопастном смесителе составляет 6 минут.

Влияние температуры реакции на значение pH продукта нейтрализации

Также была проверена зависимость степени нейтрализации серной кислоты известняком (фракция – 60 мкм) при времени перемешивания массы 6 минут от температуры реакции. Результаты опытов представлены в таблице 2.

Таблица 2. Влияние температуры реакции на pH водной вытяжки получаемого кальцитангидрита.

№ п/п	Температура, °C	Значения pH
1	105	5,2
2	120	5,3
3	130	5,3
4	140	5,3
5	150	5,4

Рекомендуемая температура реакции составляет 120 °C.

Влияние избытка известняка на значение pH продукта нейтрализации

Следующим этапом исследований явилось определение зависимости значения pH от избытка известняка. Результаты данных опытов представлены в таблице 3.

Таблица 3. Влияние избытка известняка на pH водной вытяжки получаемого продукта нейтрализации.

№ п/п	Избыток известняка, % масс.	Значения pH
1	30	4,3
2	40	4,8
3	50	5,3
4	70	5,3

Рекомендуемый избыток известняка составляет 50% масс.

Рентгенометрическое определение структуры продукта нейтрализации

Образцы известняка Норильского месторождения и продукта нейтрализации серной кислоты Норильским известняком были подвергнуты рентгенофазовому анализу с помощью дифрактометра *Shimadzu XRD-7000*, результаты которых представлены на рисунке 1 и 2 соответственно.

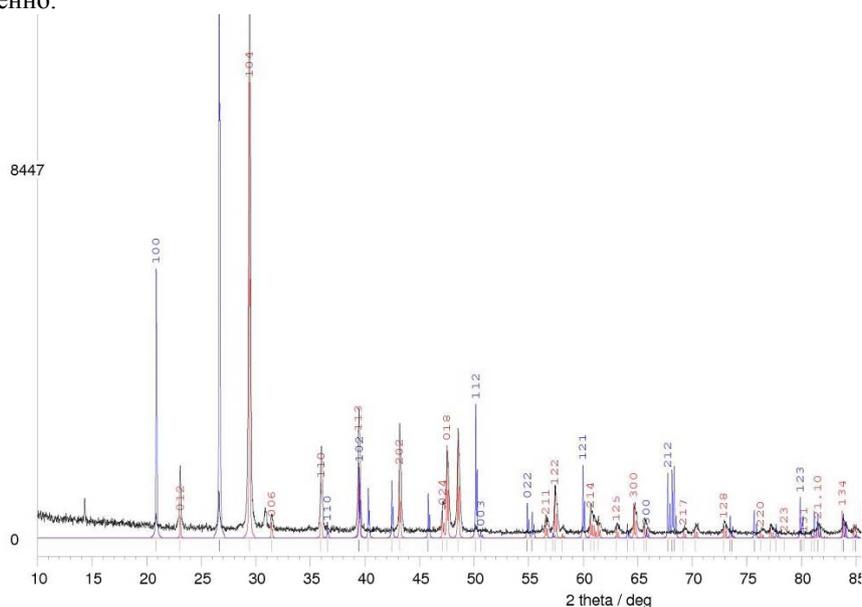


Рис. 1. Рентгенограмма известняка Норильского месторождения

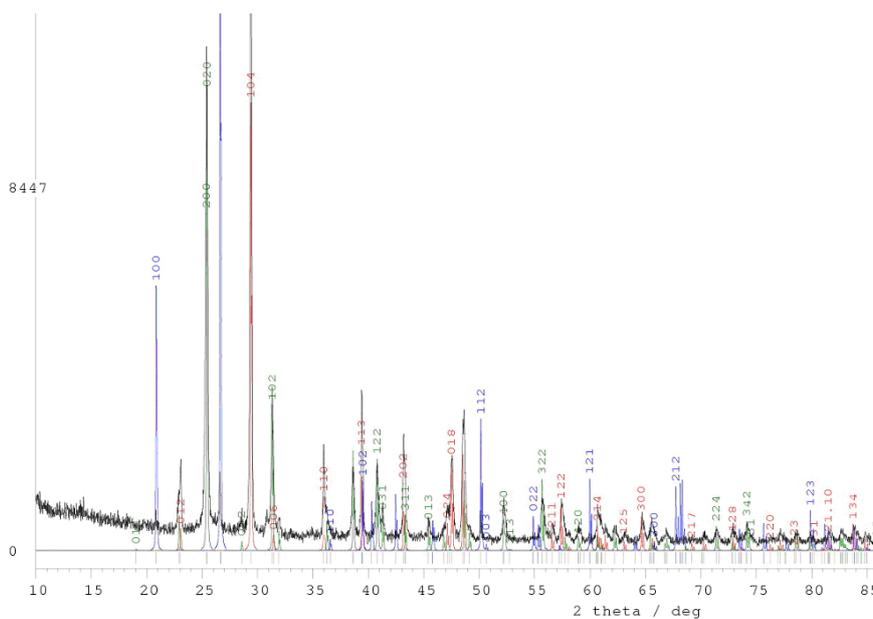


Рис. 2. Рентгенограмма продукта нейтрализации серной кислоты известняком Норильского месторождения.

Выводы

Как показали результаты РФА, в продукте нейтрализации серной кислоты известняком, который мы назвали кальцитогидритом, присутствует безводный сульфат кальция – CaSO_4 , а также карбонат кальция CaCO_3 и инертный материал (SiO_2). Полуводного и двуводного сульфата кальция не обнаружено.

Список литературы

1. <http://www.textra-vita.com/technology/konserv12.php>

УДК 621.928.9

Исследование эффективности пылеочистки в производстве стеклоизделий*Н.А. Чулков, Е.Д. Корф**Томский политехнический университет, г. Томск, Россия**E-mail: korf-kat@mail.ru*

Проведены исследования эффективности работы очистных аппаратов, сделаны выводы по работе пылеочистных аппаратов

Северский стекольный завод функционирует с 2004 года в поселке Самусь, принадлежащего ЗАТО Северск Томской области.

ЗАО «Северский стекольный завод» находится на территории ЗАТО Северск и является одним из его производственных объектов.

Основной сферой деятельности предприятия является производство различных стекольных изделий (стеклотары): банки, бутылки.

Источники загрязнения окружающей среды ЗАО «Северский стекольный завод» расположены на одной площадке в поселке Самусь.

К основным объектам ЗАО «Северский стекольный завод» относятся:

- составной цех
- цех выработки.
- складской участок.

В настоящее время на человека в процессе трудовой деятельности воздействуют различные вредные и опасные факторы. При производстве стекла основными вредными параметрами микроклимата, шумовое воздействие, и воздействие вредных и опасных веществ на организм [1].

Пыль является главным вредным веществом, воздействующим на работников при производстве стекла, поэтому необходимо очищать от нее как воздух рабочей зоны так и газы, выбрасываемые в атмосферу.

Для очистки газов от пыли используется всевозможная аппаратура. Как правило, для отвода газов и для пылеудаления на предприятиях используют высокие трубы.

Современные аппараты обеспыливания газов можно разбить на четыре группы:

1. Механические обеспыливающие устройства, в которых пыль отделяется под действием силы тяжести, инерции или центробежной силы.
2. Мокрые, или гидравлические, аппараты, в которых твердые частицы улавливаются жидкостью;
3. Пористые фильтры, на которых оседают мельчайшие частицы пыли;
4. Электрофильтры, в которых частицы осаждаются за счет ионизации газа и содержащихся в нем пылинок [2].

На ЗАО «Северский стекольный завод» используется первый и третий тип аппаратов обеспыливания газов, на предприятие установлено 3 циклона типа СЦН-40, два циклона осадителя, тринадцать фильтров различных типов (рукавные, кассетные и другие), а также на участке обработки форм установлено три вытяжки [3].

Всего на ЗАО «Северский стекольный завод» установлено двадцать пылеулавливающих устройств. Вся осаждаемая в них пыль возвращается обратно в производственный процесс и используется в качестве сырья.

Эффективность работы пылеуловителей можно характеризовать:

- абсолютной величиной запыленности очищенного газа, выражаемой массовой концентрацией пыли;
- степени улавливания пыли (к.п.д.) в пылеуловителе.

В связи с ужесточением требований по охране воздушного бассейна знание абсолютной величины запыленности очищенного газа даже более важно, чем определение к.п.д.

Для определения запыленности газов используют весовой метод, состоящий из следующих основных операций:

- отбора проб из запыленного газового потока его части, в которой концентрация и дисперсный состав пыли не отличаются от основного потока;
- отбора проб из очищенного газового потока его части;
- измерения объема отобранного газа и пересчета его на нормальные условия [4].

Отбор проб осуществляется путем аспирации определенного объема воздуха через аллонж с аналитическим фильтром АФА-10, задерживающий содержащиеся в воздухе частицы. Определяемая примесь из большого объема воздуха концентрируется на фильтре.

Для отбора проб воздуха используется электроаспиратор, состоящий из побудителя расхода, четырех ротаметров, батареи аккумуляторов и штатива [5].

Расчет эффективности газоочистки каждого пылеуловителя производится следующим образом:

- 1) Рассчитывается запыленность газового потока, до пылеуловителя по формуле 1

$$C_{до} = \frac{P_k - P_n}{\omega \tau}, \text{ мг/м}^3, \quad (1)$$

Где: $C_{до}$ - запыленность газового потока до пылеулавливающего устройства, мг/м³ ;

P_k - вес аналитического фильтра после отбора проб, мг;

P_n - вес аналитического фильтра до отбора проб, мг;

ω - скорость отбора воздуха за минуту, м³ /мин;

τ - время отбора пробы, мин.

- 2) Аналогично рассчитывается запыленность газового потока, прошедшего через пылеуловитель.

- 3) Эффективность газоочистки определяется по формуле 2.

$$\eta = \frac{C_{до} - C_{после}}{C_{до}}, \%, \quad (2)$$

Где: $C_{до}$ - запыленность газового потока до пылеуловителя, мг/м³ ;

$C_{после}$ - запыленность газового потока, прошедшего через пылеуловитель, мг/м³ . Точность измерений с учетом ошибок взвешивания и отбора проб $\pm 20\%$.

Для исследования эффективности газоочистки был определен перечень ПГУ, в который вошли двадцать пылеулавливающих агрегатов.

Результаты исследования эффективности газоочистки пылеулавливающих установок приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты исследования эффективности газоочистки

Система	Линия	Наименование оборудования	Запыленность до аппарата, мг/м ³	Запыленность после аппарата, мг/м ³	Эффективность, %
1	2	3	4	5	6
АС 3	Стеклобой	Циклон СЦН-40	0,098	0,078	20
АС 4	Шихта и стеклобой	Циклон СЦН-40	0,11	0,038	65
АС 5	Шихта и стеклобой	Циклон СЦН-40	0,118	0,038	65
В 4	Вытяжка	Пума 1200	0,029	0,012	59
В 7	Вытяжка	Пума 2000	0,21	0,093	56
В 9	Вытяжка	Пума 4000	0,067	0,029	57
В 10	Вытяжка	Пума 2000	Не работал		

Продолжение таблицы 1.

1	2	3	4	5	6
BC 1	Сода	Фильтр	0,087	0,04	54
BC 2	Сода	Циклон осадитель 2шт, фильтр	0,056	0,02	64
BC 5	Доломит	ЦН-15*1У-1200 КФЕ96	0,087	0,0089	90
BC 6	Доломит	Фильтр	Не работал		
BC 11	Песок	Фильтр	0,084	0,044	48
BC 12	Песок	Фильтр	0,129	0,013	90
BC 14	Песок	Фильтр	0,12	0,018	85
BC 15	Полевой шпат	Фильтр	0,078	0,04	49
BC 16	Полевой шпат	Фильтр	0,098	0,051	48
BC 17	Сульфат	Фильтр	0,173	0,067	61
BC 18	Стеклобой	Фильтр	0,156	0,004	97
BC 19	Шихта	Фильтр	Не работал		
BC 20	Песок	Фильтр	0,089	0,001	99

Из результатов исследований видно, что все пылеулавливающие установки находятся в рабочем состоянии, эффективность их работы достаточно высока. Невысокая эффективность работы некоторых пылеуловителей может быть обусловлена природой улавливаемой пыли, то есть некоторыми ее свойствами, а также гранулометрическим составом пыли.

Эффективность очистки в циклонах СЦН-40 на линии стеклобоя низкая по сравнению с линией шихты, что нельзя объяснить гранулометрическим составом улавливаемой пыли: шихта — много мельче стеклобоя. Такая работа циклона на линии стеклобоя может быть обусловлена технической неисправностью самого аппарата.

Сравнивая работу фильтров, установленных на предприятии можно проследить зависимость эффективности пылеочистки аппарата от вида очищаемой пыли, от фракционного состава пыли. Так средняя эффективность очистки на линии доломита составляет 90 %, на линии соды — 60 %, на линии песка — 81 %, на линии полевого шпата — 48 %.

Необходимо продолжение исследований для выявления зависимости эффективности очистки от фракционного состава пыли, от скорости движения воздуха в системе очистки, технических характеристик аппаратов и других факторов.

Список литературы:

1. Условия труда на рабочих местах ЗАО «Северский стекольный завод»/ Е.Д.Корф/Сборник трудов XVI научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии», Т3, 2010, С.104-105.
2. Торочешиков Н.С., Родионов А.И., Кельцев Н.В., Клушин В.Н. Техника защиты окружающей среды.- М.:Химия, 1981.-370 с.
3. Технология обеспечения качества окружающей среды на ЗАО «Северский стекольный завод»/ Е.Д.Корф/Сборник трудов XVI научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Современные техника и технологии», Т3, 2010, С.101-103.
4. Злобинский Б.М. Безопасность труда на производстве. Исследования и испытания. Справочное пособие.-М.:Металлургия, 1976. – 400 с.
5. Руководящий документ. Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89. – М. : Госкомгидромет, 1991. – 694 с.

УДК 621.928.93:62-11

Влияние компоновки пылеуловителей на эффективность каскадных систем

М.И. Шляев, В.В. Пенявский

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

e-mail: Maloy.pvv@yandex.ru

Проведен расчет и анализ полной эффективности улавливания пыли циклонами НИИОГАЗ, скомпонованными в каскадные системы последовательно установленных аппаратов в различных вариантах. При расчете учтено снижение фракционной эффективности пылеулавливания в последующих циклонах по отношению к первому за счет эмпирической поправки.

В [1] предложен универсальный метод расчета инерционных пылеуловителей, в основу разработки которого положено представление фракционного коэффициента проскока K_δ в виде обобщенной экспоненциальной зависимости от числа Стокса Stk вида:

$$K_\delta = \exp(-aStk^n),$$

где a и n – постоянные, определяющие пылеулавливающие качества аппарата; $Stk = \rho_m \delta^2 V_0 / (18\mu d_0)$; ρ_m и δ – плотность и диаметр частиц пыли; μ – динамическая вязкость очищаемого газа; V_0 , d_0 – характерные скорость и линейный размер инерционного улавливания пыли аппаратом. Параметры a , n , V_0 , d_0 , а также коэффициент гидравлического сопротивления ξ для конкретных пылеуловителей занесены в банк данных универсального метода [1]. При этом принято, что подлежащие улавливанию пыли подчиняются логарифмически нормальному закону распределения частиц по размерам (ЛНР).

Полный коэффициент проскока K_Σ одиночного аппарата, параметры которого обозначены индексом 0, определяется как:

$$K_{\Sigma 0} = 1 - \eta_{\Sigma 0} = \int_0^\infty K_{\delta 0} g_0(\delta) d\delta,$$

каскада k аппаратов (рис.1):

$$K_{\Sigma k} = 1 - \eta_{\Sigma k} = \int_0^\infty K_{\delta 0} \cdot K_{\delta 1} \cdot \dots \cdot K_{\delta k-1} g_0(\delta) d\delta, \quad (1)$$

где $g_0(\delta)$ – нормированная весовая дифференциальная функция распределения частиц пыли по размерам, подлежащей улавливанию аппаратом, $\eta_{\Sigma 0}$ и $\eta_{\Sigma k}$ – полные эффективности улавливания пыли отдельным аппаратом и каскадом соответственно, $K_{\delta i}$ – фракционные коэффициенты проскока i -х аппаратов в каскаде, $i=1, 2, \dots, k-1$.

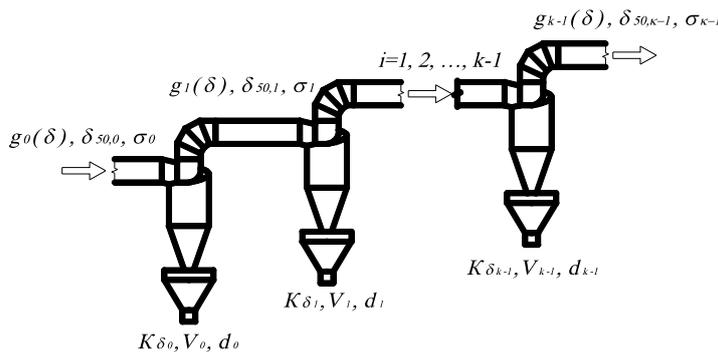


Рис.1 Схема каскада k циклонов

В [2] для многополочных пенных аппаратов (ПА) экспериментально показано, что от полки к полке, т.е. от одной ступени каскада к другой, фракционная эффективность снижается в зависимости от размеров частиц и тем сильнее, чем размер частиц меньше. Это снижение представлено зависимостью:

$$\eta_{\delta i} = \eta_{\delta 0} C_i(\delta), \quad K_{\delta i} = 1 - \eta_{\delta i} \quad i=0, 1, 2, \dots, k-1, \quad (2)$$

где $\eta_{\delta i}$ – фракционная эффективность улавливания пыли размером δ i -ой полкой ПА (ступенью каскада), $\eta_{\delta 0}$ – фракционная эффективность улавливания пыли размером δ 1-ой полкой (ступенью каскада) по ходу движения газа в ПА, $C_i(\delta) \leq 1$ – снижающий коэффициент эффективности пылеулавливания для i -ой полки (ступени каскада) по сравнению с 1-ой, при этом $C_0(\delta) = 1$. Коэффициенты $C_i(\delta)$ для 4-х полок (ступеней каскада) ПА представлены таблично в [2].

Приведем формулу (2) к виду, удобному для расчетов:

$$K_{\delta i} = 1 - \eta_{\delta i} = 1 - C_i(\delta) + C_i(\delta)K_{\delta 0}, \quad i=0,1,2,\dots,k-1,$$

где $K_{\delta 0}$ – фракционный проскок первой ступени каскада, при котором $C_0(\delta)=1$.

Эмпирические коэффициенты $C_i(\delta)$ [2] аппроксимированы следующими функциями:

$$\left. \begin{aligned} C_0(\delta) &= 1 \\ C_1(\delta) &= 0,2535 \ln \delta + 0,06767 \\ C_2(\delta) &= C_3(\delta) = 0,3633 \ln \delta - 0,307 \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

Графическое представление аппроксимаций приведено на рис.2.

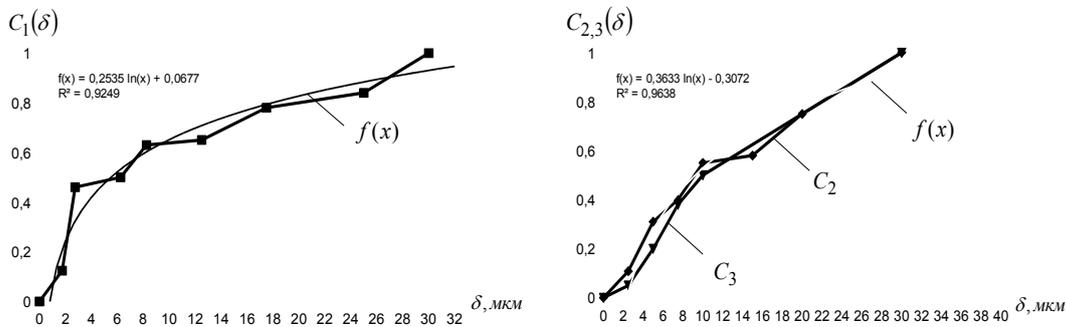


Рис.2 Аппроксимации опытных данных [2] для коэффициентов $C_i(\delta)$

Полный проскок каскада в соответствии с формулами (3) определяется зависимостью:

$$K_{\Sigma k} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{+\infty} \prod_{i=0}^{k-1} \left[1 - C_i(t) + C_i(t) \cdot \exp \left(-a_i \text{Stk}_{50,i}^{n_i} \cdot \sigma^{2n_i t} + \frac{t^2}{2} \right) \right] dt, \quad i=0,1,2,\dots,k-1, \quad (4)$$

где $t = \lg \frac{\delta}{\delta_{50,0}} / \lg \sigma_0$, $\text{Stk}_{50,i} = \frac{\rho_m \delta_{50,0}^2 V_i}{18 \mu d_i}$, V_i и d_i – характерные скорость и линейный размер

инерционного улавливания пыли i -го по ходу установки аппарата в каскаде.

Авторами настоящей работы для одиночных циклонов и каскадов из двух одиночных и разнотипных циклонов НИИОГАЗ найдены экспериментальные результаты [3], которые могут быть сопоставлены с результатами расчетов по формулам (1) и (4) и быть проверкой работоспособности данного метода. Введение в расчеты понижающих коэффициентов $C_i(\delta)$ для каскадов циклонов согласно (3) позволит установить их пригодность для сухих пылеуловителей вообще и скорректировать универсальный метод расчета для комплекса аппаратов в каскадной компоновке.

При использовании для расчетов формулы (1) ($C_i=1$) для каскадных систем порядок установки пылеуловителей не имеет значения.

Как видно из таблицы, расчет по формулам (1) и (4) для одиночных аппаратов ($k=0$, $C_0=1$) хорошо согласуется с опытными данными (см. табл., поз.10,11,12). При $k=1$ (в каскаде два аппарата) расчетное значение полного проскока каскада $K_{\Sigma k}$ по формуле (1) выше опытного

значения, а расчетные значения $K_{\Sigma k}$ при учете $C_i < 1$ по формуле (4) имеет незначительное отличие от опытных данных. Причиной снижения фракционной эффективности от ступени к ступени в каскаде, по-видимому, является влияние турбулентной диффузии мелких частиц в потоке на их осаждение в аппарате, доля которых на последующих ступенях становится все значительнее.

С учетом данного явления порядок установки циклонов НИИОГАЗ в каскадных системах также будет влиять на полную эффективность улавливания пыли в целом. При проведении расчетов было замечено, что при установке в качестве начальных ступеней менее эффективных аппаратов полная эффективность улавливания пыли будет выше, чем при установке на первое место более эффективных аппаратов (см. табл., поз.4,8). Также, если каскадная система состоит только из высокоэффективных аппаратов, то полная эффективность менее подвержена перестановке циклонов местами (см. табл., поз.6,7).

Таблица 1. Результаты расчетов эффективностей различных компоновок каскадных систем циклонов НИИОГАЗ

№	Компоновка циклонов	Расчет η_{Σ} , %		Опытные данные [3], $\eta_{\Sigma оп}$, %	Отличие расчета и опыта $\Delta = \frac{\eta_{\Sigma} - \eta_{\Sigma оп}}{\eta_{\Sigma оп}}$, %	
		$C_i < 1$	$C_i = 1$		$C_i < 1$	$C_i = 1$
1	ЦН-15У+ЦН-15У	88,79	93,2	87,4	1,59	6,64
2	ЦН-15У- 3 шт.	90,90	96,5	-		
3	ЦН-15У- 4 шт.	91,80	97,95	-		
4	ЦН-15У+ЦН-24	87,81	91,14	-		
5	ЦН-24+ЦН-15У	84,98	91,14	86,3	-1,53	5,61
6	СДК-ЦН-33+СК-ЦН-34	96,82	98,32	-		
7	СК-ЦН-34+СДК-ЦН-33	97,10	98,32	-		
8	ЦН-15+СК-ЦН-34	90,87	97,72	-		
9	СК-ЦН-34+ЦН-15	96,71	97,72	-		
10	ЦН-24		76,2	73,5		3,67
11	ЦН-15У		83,1	81,7		1,71
12	СК-ЦН-34		94,1	96		-1,98

В таблице приведены результаты расчетов со следующими исходными данными: $V_i=4,5$ м/с, $d_i=0,6$ м, $\rho_m=2650$ кг/м³, $\sigma=3,2$, $\mu=18,1 \cdot 10^{-6}$ Па·с, $\rho=1,2$ кг/м³, $\delta_{50}=18$ мкм.

Список литературы:

1. Шиляев, М.И. Методы расчета пылеуловителей / М.И. Шиляев, А.М. Шиляев, Е.П. Грищенко. – Томск: Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2006. – 385 с.
2. Русанов, А.А. Очистка дымовых газов в промышленной энергетике / А.А. Русанов, И.И. Урбах, А.П. Анастасиади. – М.: Энергия, 1969. – 456 с.
3. Карпухович, Д.Т. Последовательная установка циклонов/ Д.Т. Карпухович, Б.К. Смирнов, А.М. Белевицкий // Водоснабжение и санитарная техника. – 1975. – №6. – С.23-24.

УДК 628.3

Проблема утилизации осадков сточных вод на ОАО «Селенгинский ЦКК»

О.М. Юдина, О.Б. Назаренко

Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

E-mail: obnaz@mail.ru

Рассмотрен состав осадков сточных вод предприятия ОАО «Селенгинский ЦКК», проанализированы методы переработки осадков сточных вод и предложены пути утилизации осадков, наиболее приемлемые для реализации на данном предприятии: компостирование твердых отходов на сельскохозяйственные нужды, сжигание осадка, сжигание активного ила в котлах СРК, использование активного ила в композиции картона и мешочной бумаги.

Основным видом деятельности ОАО «Селенгинский ЦКК» является производство тарного картона из низкокачественной древесины. Загрязнителями сточных вод целлюлозно-бумажной промышленности являются взвешенные вещества в виде целлюлозного волокна, также лигнин, смоляные и жирные кислоты, минеральные и органические растворенные вещества в виде сероводорода H_2S , метилмеркаптана CH_3SH , диметилдисульфида $(CH_3)_2S_2$, диметилсульфида $(CH_3)_2S$, скипидара, метанола [1]. Сброс сточной воды в водоемы пагубно влияет на качество воды и на экосистему водоема в целом. На комбинате ОАО «Селенгинский ЦКК» был осуществлен проект замкнутого водооборота и с 3 августа 1990 года прекращен сброс производственных сточных вод в р. Селенгу. Внедрение замкнутых систем водооборота исключает попадание загрязнений со сточными водами в окружающую среду и практически полному прекращению потребления свежей воды на технические нужды.

Для очистки промышленных стоков комбината предусмотрена трехступенчатая очистка: 1 ступень – биологическая очистка; 2 ступень – химическая очистка; 3 ступень – безреагентная нейтрализация и доочистка в прудах. Для этого пришлось провести разделение стоков на химически загрязненные и термически, что позволило резко снизить забор воды и количество стоков на комплексе очистных сооружений (КОС).

Работа очистных сооружений на ОАО «Селенгинский ЦКК» при замкнутом водообороте предусмотрена в двух режимах:

I режим – биологическая очистка, химическая очистка, безреагентная нейтрализация и доочистка в прудах;

II режим – биологическая очистка, механическая очистка в радиальных отстойниках, безреагентная нейтрализация и доочистка в прудах.

После трехступенчатой системы очистки сточных вод предприятия образуются три вида отходов: избыточный активный ил, шлам-лигнин, осадок нейтрализации. Выполненный расчет нормативов образования отходов КОС показал, что негативного воздействия на окружающую среду не происходит. Образующиеся на очистных сооружениях осадки удаляются и складированы в накопителях. Избыточный активный ил и шлам-лигнин накапливаются в шламонакопителях, осадок нейтрализации – в осадконакопителях. Данные о количестве образующегося осадка за период 2005–2010 гг. представлены в таблице.

Таблица 1. Количество образующегося осадка на КОС

Комплекс очистных сооружений	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Шлам-лигнин (тонн в год)	419,1	308,5	278,9	351	329,2	462,2
Избыточный активный ил (тонн в год)	59,7	84,8	60,4	81,5	97,7	111,5
Осадок отстойников нейтрализации (тонн в год)	55,0	53,9	33,7	26,56	32,6	38,7

Несмотря на то, что площади и объемы, занимаемые накопителями, велики, со временем можно ожидать их переполнения, что приведет к проблеме размещения образующегося осадка сточных вод и к загрязнению окружающей среды. Проведенный анализ работы очистных сооружений предприятия ОАО «Селенгинский ЦКК» показал, что осадконакопитель заполнен осадком на 68 %, шламонакопитель – на 27 %. Единственным правильным выходом из создавшегося положения является повсеместное исключение подобных накопителей в качестве постоянно действующих сооружений. Отходы, наносящие урон экономике и экологии, должны рассматриваться как вторичные сырьевые ресурсы, необходимые для дальнейшего экономического развития.

В данной работе рассмотрены возможные пути эффективного решения проблемы утилизации осадков на ОАО «Селенгинский ЦКК».

На основе анализа литературных данных [2, 3] и результатов исследований, проводимых на предприятии [4], в работе предлагаются следующие направления утилизации осадков сточных вод: компостирование твердых отходов на сельскохозяйственные нужды, сжигание осадка,

сжигание активного ила в котлах СРК, использование активного ила в композиции картона и мешочной бумаги. Блок-схема рекомендуемых процессов представлена на рисунке. Осадки сточных вод могут быть использованы как в качестве возможных вторичных ресурсов в собственном производстве, так и в качестве товарных продуктов.

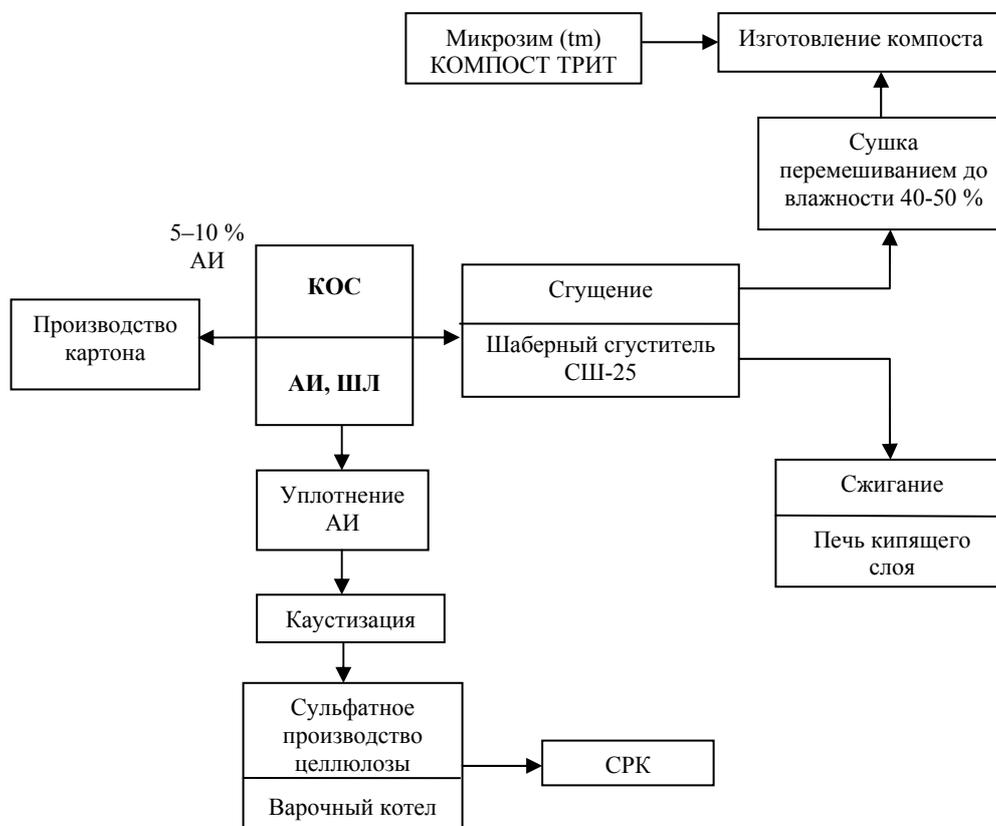


Рис. 1. Блок-схема рекомендуемых процессов при утилизации осадков

1. Использование осадка (шлам-лигнин и активный ил) в качестве составляющих компостов под сельскохозяйственные культуры, внесение в подготовленную органическую массу биопрепарата Микрозим (tm) КОМПОСТ ТРИТ обеспечит при компостировании указанных отходов значительные динамические и гигиенические преимущества.
2. Сжигание осадка (шлам-лигнин и активный ил). Для обезвоживания осадка карт осадконакопителя также предлагается использовать технологию вымораживания. За счет замерзания и кристаллизации воды идет процесс разрыва оболочки и потери связанной влаги, а влажность обезвоженного продукта составляет всего 15...20 %. Сжигание высушенного осадка рекомендуется производить в котле – утилизаторе.
3. Сжигание активного ила в сорегенерационных котлах (СРК). Процесс утилизации избыточного активного биоила основан на использовании его в производстве. Введение в систему варки белого щелока, содержащего продукты гидролиза активного ила, приводит к повышению выхода целлюлозы на 1,5–2,0 %, при этом улучшаются её механические показатели. Полученные черные щелока характеризуются повышенными теплофизическими характеристиками и более высоким съемом с них сульфатного мыла, что положительно влияет на процесс их дальнейшей переработки. Кроме того, недостатком сжигания отходов в корьевом котле является образование диоксинов и фуранов. При использовании предложенной технологии процесс утилизации становится прибыльным (эквивалент прибыли составляет 4,5 Гкал на 1 тонну а.с.в. биоила) и экологически чистым (выбросы диоксинов из СРК соответствуют норме).
4. Использование активного ила в композиции картона и мешочной бумаги: добавка активного ила может составлять до 5...10 % от бумажной массы. Остальную часть активного ила можно утилизировать другими предложенными способами. Такое решение не только позволит сэкономить древесину и волокно, но и улучшит физико-механические показатели картона, повышая его прочность и снижая гигроскопичность.

Экономическая эффективность рассчитана для следующих способов: сжигание шлам-лигнина и использование активного ила в композиции картона. Экономический эффект от использования активного ила в количестве 5 % в композиции картона составляет более 900 руб. на 1 т утилизированного активного ила. Экономический эффект при сжигании осадка сточных вод составляет 11100 руб. в месяц, при этом экономится 12 т угля. Метод компостирования в настоящее время экономически нецелесообразен, так как требует дополнительных затрат на приобретение биопрепарата, размещение твердых отходов и их обработку. Метод сжигания активного ила в СРК пока находится в стадии разработки, необходимо проведение дополнительных исследований по технологии процесса возврата активного ила в производственный процесс.

В результате внедрения указанных мероприятий и решения проблемы утилизации осадков сточных вод очистные сооружения превратятся в безотходные самокупаемые, и даже рентабельные объекты, обеспечивающие получение ценных сырьевых ресурсов и продуктов для народного хозяйства.

Список литературы

1. Алферова А.А., Алексеев А.А. Химическая очистка сточных вод в производстве сульфатной целлюлозы. – М: Лесная промышленность, 1968. – 105 с.
2. Евилович А.З. Утилизация осадков сточных вод. – М: Стройиздат, 1989. – 158 с.
3. Охрана производственных, сточных вод и утилизация осадков / Под редакцией В.Н. Соколова. – М.: Стройиздат, 1992. – 365 с.
4. Дубенко Н.А. Проект утилизации осадков сточных вод: Отчет по НИР. – Селенгинский ЦКК: 2008. – 19 с.

908:621.3

История электроэнергетики г. Читы

Л.В. Печенюк, П.Ю. Фарафонов

МОУ СОШ № 1, г. Чита, Россия

E-mail: pechenyuk-lv@rumbler.ru

Кратко рассмотрена история и основные этапы становления и развития электроэнергетики г. Читы начиная с конца XIX века по настоящее время.

Прошедший 2010 год ознаменовался для читинских энергетиков двумя знаменательными датами: 90 лет плану ГОЭЛРО, положившему начало всей отечественной энергетике и 50 лет создания «Читаэнерго».

Нам, сегодняшним жителям г. Читы, привыкшим, к льющемуся из окон наших домов свету, к освещению улиц, парков, зданий, трудно представить, что во второй половине XIX века, наш город был погружен во тьму. Освещение читинских улиц было давней проблемой города. И только к началу XX века городские власти начали понимать необходимость ее решения. При этом прогресс городского уличного освещения шел в направлении развития и внедрения электрического освещения.

Новый вид энергии – электричество, на рубеже XIX – XX веков веско заявило о себе в Европе, шагнуло через границу Российского государства и постепенно стало вытеснять керосиновое освещение крупных административных и торгово-промышленных центров. Не остался в стороне и наш город.

Можно сказать, что энергетическая летопись Забайкальского края началась с 1897 года, когда в Читинском ремесленном училище имени императора Николая II (по улице Амурской) была пущена в ход установка электрического освещения, обеспечивающая светом помещение училища, прилегающую к нему территорию и здание Общественного собрания. После этого небольшие отдельные электростанции построили у себя купец первой гильдии Дмитрий Феоктистович Игнатьев, Черновские угольные копи, железнодорожная станция Чита и Главные железнодорожные мастерские. Естественно, что мощность этих электростанций была незначительной и не могла обеспечить растущие потребности города в электроэнергии.

После долгих споров было принято решение о необходимости строительства в Чите электростанции, способной вырабатывать и поставлять электроэнергию для нужд города и его жителей.

Такая электростанция мощностью 155 кВт была построена в 1906 году иркутским купцом первой гильдии Николаем Петровичем Поляковым. К 1909 году мощность станции достигла 485 кВт. В это же время были предприняты попытки использования электроэнергии в промышленности. Так, на Черновских коях (рудник Торм) имелась установка мощностью 90 кВт. Она снабжала электроэнергией подъемники, электродвигатели мастерских, освещала шахту.

Общая мощность забайкальских электростанций в дореволюционное время немногим превышала 1000 кВт. В основном это были небольшие предприятия на иностранном оборудовании. Так в Чите из семи генераторов пять были немецкими, один – английский и только один генератор был отечественным.

Станция Н.П. Полякова, подарившая городу первый электрический свет, прекратила свое существование в 1930 году. Символично, что ныне в здании первой электростанции находится предприятие «Читинские городские электрические сети»

С приходом Советской власти началась новая страница в развитии энергетики. В 1925 году было принято решение о строительстве в Чите новой электростанции, и 7 ноября 1930 года заработала Черновская электростанция (ЧЭС). После ввода в эксплуатацию всех агрегатов установленная мощность электростанции составила 5150 кВт. ЧЭС была первой турбинной и самой крупной электростанцией в крае на тот момент. Предприятие являлось первой электростанцией в стране, построенной на вечной мерзлоте. Прослужив три с половиной десятилетия, станция, в связи с пуском в сентябре 1965 года Читинской ГРЭС (ныне ТЭЦ-1), была демонтирована. Здание и подсобные помещения были использованы для организации производственно-ремонтного предприятия (ПРП) в 1966 году.

В 30-е годы, перед Великой Отечественной войной в нашем городе появлялись новые предприятия, и потребность в электроэнергии увеличивалась, поэтому было принято решение о строительстве новой теплоэлектростанции (ТЭЦ). Место для строительства новой электростанции было выбрано в месте слияния рек Читы и Ингоды, в районах Сеннуха и Хитрушка. 29 октября 1936 года Правительственная комиссия приняла новую ТЭЦ (ныне ТЭЦ-2) в эксплуатацию. По тем временам ТЭЦ была современным предприятием, где все оборудование – котлы, турбины, генераторы, измерительные приборы – было произведено на отечественных заводах.

В 1943 году был создан Читинский энергокомбинат, объединивший Черновскую электростанцию, ТЭЦ-2 и электросети. Главная понизительная подстанция находилась на Чите-1, имела четыре трансформатора общей мощностью 14800 кВА. Общая длина воздушных линий 6 кВ составляла свыше 130 км.

Однако к концу 50-х годов существовавшая энергетическая база Читинской области все же находилась на низком уровне и не могла обеспечить всех потребностей промышленности Забайкалья в годы нового мощного индустриального подъема. Требовался ввод новых мощностей.

В 1958 году вблизи г. Читы, на берегу озера Кенон началось строительство Читинской ГРЭС (ныне ТЭЦ-1) мощностью 300 000 кВт. 30 сентября 1965 года станция дала первый ток. Были созданы условия для устойчивого роста всей промышленности и транспорта нашего города.

В рамках начавшегося в середине XX века создания единой энергосистемы страны в 1960 году было создано управление «Читаэнерго», основной задачей которого производство, распределение, сбыт энергии и наращивание энергетических мощностей. В ходе экономических реформ в стране в 1993 производственное объединение «Читаэнерго» было преобразовано в открытое акционерное общество (ОАО) «Читаэнерго». В настоящее время в результате реформирования отечественной электроэнергетики на базе ОАО «Читаэнерго» были созданы и успешно функционируют ряд самостоятельных организаций, крупнейшими из которых являются: ОАО «ТГК-14» и филиал ОАО «МРСК Сибири».

Сегодня наш город расстраивается, возводятся новые красивые здания, жилые комплексы, микрорайоны. Потребность людей в электроэнергии возрастает и энергетики трудятся, обеспечивая жителей нашего города надежным и качественным электроснабжением.

Список литературы:

1. Энергия поиска. – Чита: «Стиль». 2003. – 152 с. – ил.
2. Энергия Забайкалья и Бурятии. – Изд. ОАО «ТГК-14». – №11 (11) – 2010.
3. www.tgk-14.com [электронный ресурс].
4. www.chiten.ru [электронный ресурс].

УДК 572.026+504.75

Экология человека в контексте высоких технологий**Е.А. Жукова***Томский государственный педагогический университет, г. Томск, Россия**E-mail: km2_12@rambler.ru*

Обосновывается, что в современном обществе мощь высоких технологий (Hi-Tech) и высоких социогуманитарных технологий (Hi-Hume) требует специальной оценки их экологических воздействий на человека. Человек начинает рассматриваться как природно-техническая (в Hi-Tech) или социотехническая система (в Hi-Hume), а тело и сознание человека как управляемые технологические объекты. Оценка экологической безопасности, исходя из «принципа предосторожности», должна осуществляться как в отношении Hi-Tech, так и Hi-Hume. Раскрыты трудности их экологической экспертизы: недостаток научных данных, научная и технологическая отсталость специалистов, производящих оценку экологической надежности Hi-Tech и завуалированность действий Hi-Hume.

В настоящее время множество различных исследований посвящено тем или иным аспектам высоких технологий, однако при этом недостаточно внимания обращается на экологические аспекты высоких технологий, и в первую очередь, когда речь идет об экологии человека. Анализ нелинейной динамики взаимодействий высоких технологий, науки и общества [1], проведенный мною на основе разработанного И.В. Мелик-Гайказян для изучения нелинейной динамики сложных социокультурных систем информационно-синергетического подхода [2], позволил установить, что сегодня можно говорить о формировании социокультурного феномена Hi-Tech (от англ. high technology – высокие технологии). Базовыми для данного феномена стали нано-, био- и информационные технологии (ИТ), причем системообразующими являются ИТ. Под высокими технологиями (Hi-Tech) я понимаю условное обозначение наукоемких, многофункциональных, многоцелевых технологий, способных вызвать цепную реакцию нововведений и инициирующих процессы самоорганизации социокультурных систем. *Способность вызывать эффекты самоорганизации социокультурных систем принципиально отличает Hi-Tech* от других новых технологий.

Однако сами по себе высокие технологии не смогли бы оказывать такого быстрого и значительного воздействия на социокультурные системы и человека и не могли бы функционировать как самоподдерживающаяся сеть [3], если бы не действие еще одного фактора – высоких социогуманитарных технологий – Hi-Hume [4, 5]. К числу последних я отношу ряд современных маркетинговых и менеджерских технологий, сопровождающих Hi-Tech-производство (реклама, PR, управление персоналом и знаниями и др.). Предназначенные для целенаправленного изменения как индивидуального, так и массового сознания данные технологии занимают особое место в ряду манипулятивных технологий в виду их тесной интеграции и конвергенции с ИТ, что значительно усиливает возможности скрытой манипуляции. Именно Hi-Hume организуют сложную сеть взаимоотношений между производителями и потребителями хайтека.

Начиная с Нового времени в культуре европейской техногенной цивилизации складывались и постепенно стали преобладающими идеалы силы и могущества человека, господства его над объектами, обстоятельствами, социальной и природной средой. Человек стал пониматься как творец своей судьбы. Верилось, что знания, добытые наукой и преобразованные в технологии, дадут возможность справиться с большинством появляющихся проблем. Высокие технологии, с одной стороны, укрепляют эти идеалы, позволяя управлять микро- и макрообъектами, подкрепляя веру человека в собственное могущество, в способности преобразования не только природы, но и *самого себя*. А с другой стороны, данные технологии эти же идеалы и разрушают, так как демонстрируют хрупкость и незащищенность человека перед лицом им же порожденной мощи.

Завышенные оценки возможностей техники, технологий, науки и научно-технического прогресса в целом в решении различных проблем наряду с преувеличенными представлениями о могуществе человека продемонстрировали глобальные кризисы XX в., и в первую очередь – экологический. Время показало, что ни механизация, ни автоматизация, ни роботизация, ни компьютеризация, ни Hi-Tech не только не решали имеющиеся социальные, экологические и моральные проблемы, а часто создавали новые или усугубляли имеющиеся.

Во второй половине XX в. стало крепнуть желание сохранить природу и спасти ее от самих людей, которое оформилось в экологическое движение. Причем, как подчеркивает П.Д. Тищенко, диагноз этой новой экзистенциальной угрозы был осуществлен самой наукой, и

наукой же создаются способы спасения от этой новой угрозы в виде средств контроля окружающей среды и ее защиты, производства «натуральных» продуктов. Наука стала «саморефлексивной», «самоподозрительной» и «самоограничивающей», а общество – «обществом риска» (У. Бек) [6, с. 63].

В отличие от предыдущих этапов развития общества эпоху Hi-Tech можно охарактеризовать как время *ускоряющегося роста* масштабов потенциального воздействия технологий на окружающую среду, социокультурную сферу и человека. Известно, что высокие технологии меняют нашу среду обитания, образ и ритм жизни, и даже наши биологические характеристики. Высокие технологии, как никакие другие технологии ранее, способны нарушать механизмы саморегуляции объектов биосферы и естественный баланс природообразующих геосфер. Они также оказывают непосредственное воздействие на человека, делая его самого объектом своих манипуляций, все больше «приближаясь» к нему [7], непосредственно воздействуя на его биосоциальную сущность и духовные основания, существенно меняя их. Сам человек начинает рассматриваться как природно-техническая (например, в геномной инженерии) или социотехническая система (в Hi-Hume), а тело и сознание человека как технологические объекты, которыми можно управлять, задавая определенную программу действий. Мощь Hi-Hume настолько велика, что они способны не только «перепрограммировать» сознание человека, но и разрушить его механизмы саморегуляции [8].

Сегодня не вызывает сомнений, что оценка экологической безопасности высокотехнологичных продуктов и производств, исходя из «принципа предосторожности», обязательно должна осуществляться еще на стадии проектирования технологического процесса. Необходимо оценивать экологическую безопасность и на стадии утилизации высокотехнологичных продуктов. Думается, что одной из основных в XXI в. будет проблема безопасной утилизации данных продуктов из-за их быстрого морального старения.

Оценка экологической безопасности хайтека связана с рядом трудностей. Во многом они вызваны тем, что в создании Hi-Tech-продуктов используются новейшие фундаментальные и прикладные междисциплинарные научные знания, которые еще во многом не являются общепризнанными и проверенными. Это не позволяет точно спрогнозировать нештатные ситуации, оценить уровень опасности технологии и создает значительные трудности по осуществлению стратегического планирования, текущего контроля и управления. В качестве примера можно привести оценку влияния трансгенных организмов на здоровье человека при их употреблении в пищу. Данное влияние до сих пор плохо изучено, поэтому неясны его отдаленные последствия. Также до сих пор нет ясности в том, насколько опасны или безопасны новые наноматериалы или технологии сотовой связи. Не только в обществе, но и в среде ученых бытует, а часто и специально культивируется, множество мифов в отношении этих проблем, что вызвано отсутствием достоверных данных, позволяющих оценить эффекты от данных воздействий. В результате в общественном сознании и СМИ складываются весьма противоречивые оценки экологической безопасности Hi-Tech, основанные по большей части не на накопленном опыте и совокупности научных данных, а на эмоциях обывателей.

Сложности проявляются и в том, что налицо научная и технологическая отсталость специалистов, производящих оценку экологической надежности Hi-Tech и продуктов, созданных на их основе. Это связано с тем, что чем выше уровень научной технологии, примененной в таком продукте, тем сложнее анализ и тем труднее его осуществить. Анализ и оценка требуют разработки специальных методов, что само по себе является новой научной проблемой. При этом все это требует огромных финансовых средств, солидных затрат времени и развитой законодательной базы, что под силу в основном только богатым постиндустриальным странам, имеющим соответствующих высококвалифицированных специалистов.

Тем не менее, экологическая и социально-гуманитарная экспертиза научно-технических проектов, в том числе в сфере хайтека, осуществляется как самими учеными, так и представителями общественности, а экологичность и безопасность новых технологий закрепляются в качестве новых социальных норм. Но если экологический поворот в оценке научных достижений и технологий в сфере Hi-Tech с большей или меньшей степенью успешности происходит повсеместно, то проблематичной остается экологическая оценка Hi-Hume ввиду того, что они воздействуют на сознание людей, и это воздействие не очевидно и трудно вычленимо. К сожалению, пока еще в обществе почти нет понимания того, что необходимо вводить экологический контроль и за использованием высоких социогуманитарных технологий – Hi-Hume.

Специфика профессий, использующих Hi-Hume (реклама, PR, управление персоналом и знаниями и др.), в том, что они позволяют эффективно управлять людьми, применяя

манипулятивные технологии. Чем выше профессионализм специалиста в сфере Hi-Nume, тем труднее распознать манипулятивные воздействия. Технологии манипуляции существуют давно, но они никогда не принимали массовый характер, никогда ранее у профессионалов, владеющих подобными технологиями, не было столь мощных вспомогательных средств как ИТ. Эти люди имеют огромные возможности, мощное «интеллектуальное оружие», по сути, являясь «волками в овечьей шкуре» в «овечьем стаде». Между тем не ясно, какие нормы и ценности должны выступать регуляторами этой деятельности? И кто сможет ее проконтролировать? Как проводить гуманитарную и экологическую экспертизу подобных технологий? Я пока не могу дать однозначных ответов на эти вопросы, но я уверена, что необходимо ставить эти вопросы и вскрывать проблему. Вопрос, заданный по поводу биотехнологий, становится особо актуальным в отношении Hi-Nume: «...Люди могут контролировать природу, но кто (если Бог действительно “мертв”) может контролировать самих “контролеров”?» [6, с. 61–62].

Справедливости ради замечу, что выявление воздействий конкретных Hi-Nume и их оценка чаще всего крайне затруднены. Они могут быть осуществлены только высококомпетентными специалистами в сфере Hi-Nume. Это связано с тем, что Hi-Nume остаются высокоэффективными только до тех пор, пока их воздействия не распознаны, поэтому специально применяются меры для их маскировки. При этом Hi-Nume обладают высокой скоростью изменения и ротации. Особенность Hi-Nume также в том, что они часто ориентированы на иррациональные, эмоциональные и подсознательные уровни человеческой психики, что также затрудняет их выявление и оценку.

Эксперты, осуществляющие экологическую и гуманитарную экспертизу Hi-Tech и Hi-Nume нуждаются не только в узкоспециализированных знаниях. Они должны понимать природу и смысл техники и технологий, в том числе социогуманитарных технологий, а, главное, понимать механизмы их воздействия на общество, культуру и человека и уметь критически их осмысливать, не руководствуясь эмоциями. Мной выявлено, что механизмы воздействия Hi-Tech и Hi-Nume на социокультурную действительность и человека определяются их информационной природой. Но эти воздействия далеко не так очевидны, как кажется на первый взгляд [1, 5, 8]. Мы имеем дело со сложными самоорганизующимися системами, к числу которых относятся и культура, и общество, и их подсистемы, и сам человек. Эти системы требуют для своего изучения адекватной методологии, которая в настоящее время еще недостаточно разработана.

В заключение, отмечу еще один важный аспект. И знание о механизмах взаимодействий высоких технологий, науки и общества, и сами по себе Hi-Tech и Hi-Nume ценностно нейтральны. Но они могут использоваться с разными целями. В виду стремительно нарастающей мощи высоких технологий их экологическая оценка оказывается тесно связанной с их гуманитарной экспертизой. Безудержную технологическую гонку и проективно-конструктивную установку современной цивилизации могут уравновесить традиционные ценности культуры [9, с. 15], но, я полагаю, что только отчасти и этого уже недостаточно. Сегодня формируются новые ценности и нормы, в которых отражается сложная интеграция культурных новаций и традиций, учитывающая стремление сохранить нашу среду обитания, и роль современной научной и философской элиты должна заключаться в том, чтобы эти ценности эксплицировать и сделать их активными.

Список литературы:

1. Жукова Е.А. Hi-Tech: феномен, функции, формы / Под ред. И.В. Мелик-Гайказян. – Томск: Изд-во ТГПУ, 2007. (Серия: Системы и модели: границы интерпретаций).
2. Миф, мечта, реальность: постнеклассические измерения пространства культуры / И.В. Мелик-Гайказян и др.; Под ред. И.В. Мелик-Гайказян. – М.: Научный мир, 2005.
3. Жукова Е.А. Проблема классификации высоких технологий // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2008. – Вып. 1 (75).
4. Жукова Е. Профессионализм в сфере Hi-Nume // Высшее образование в России. – 2007. – № 8.
5. Жукова Е.А. Человек в плену Hi-Nume // Вестник Томского государственного педагогического университета. – 2007. – Вып. 11 (74). – Серия: Гуманитарные науки.
6. Тищенко П. Геномика: новый тип науки в новой культурной ситуации // Biomediale: Современное общество и геномная культура / Сост. и общ. ред. Д. Булатова. – Калининград: КФ ГЦИ, ФГУИПП «Янтарный сказ», 2004. – С. 60–72.
7. Юдин Б. Этическое измерение современной науки // Отечественные записки. – 2002. – № 7(8). – <http://www.strana-oz.ru/css/oz.css>
8. Жукова Е. Вызов высоких технологий содержанию образования // Высшее образование в России. – 2008. – № 9.
9. Лекторский В. Умер ли человек? // Человек. – 2004. – № 4.