

## ПРОБЛЕМЫ ОЧИСТКИ СТОКОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Золоторева В.И. – студент, Андреева Н.Г. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

В современных условиях увеличивающегося антропогенного воздействия на окружающую среду охрана и рациональное использование природных ресурсов – крайне важная и актуальная проблема.

Одним из путей решения проблемы защиты окружающей среды является создание эффективных очистных сооружений и переход к безотходным производствам. Для охраны водных объектов наиболее действенным является прекращение сброса сточных вод от предприятий и переход на водооборотные системы. Прекращение сброса сточных вод в водные объекты выгодно не только сточки зрения экологии, но и экономически, т.к. платы за сброс загрязняющих веществ представляют собой очень крупные суммы.

Гальваническое производство является неотъемлемой частью ряда промышленных производств: от полиграфии и машиностроения до любых металлообрабатывающих предприятий. Для обработки поверхностей деталей нанесением покрытий используются различные ионы тяжелых металлов – цинк, никель, кадмий, хром и др. Таким образом, гальваника – это токсичное производство, отходом которого являются сточные воды самого разнообразного качественного и количественного составов. Стоки гальванического производства могут содержать, как отдельно каждый (шестивалентный хром, ионы тяжелых металлов, некоторые анионы солей и органических соединений), так и их гамму. Сброс таких вод без очистки в городскую канализацию, а тем более в поверхностные водоемы не допускается. Для утилизации стоков требуется их очистка, способ и метод которой полностью определяется перечнем содержащихся компонентов и их количеством.

Возможна раздельная очистка стоков от гальванических ванн различного назначения, либо комплексная – в этом случае стоки смешиваются и далее подвергаются очистке. Чаще всего, смешивание стоков позволяет изменить рН среды, нейтрализацией кислот щелочами и наоборот и вывести из раствора вновь образующиеся нерастворимые соединения. Раздельная очистка стоков требует больших капиталовложений, большого количества реагентов и площадей под оборудование. Комплексная очистка приводит к необходимости работать с растворами сложного состава.

Изучение опубликованной информации показывает, что для решения данных проблем используются самые разнообразные методы.

Например, в последнее время получил широкое применение ионный обмен [1]. Он используется для извлечения металлов из разбавленных растворов и позволяет регенерировать их, а сточные воды использовать в оборотном цикле, так как при этом методе достигается высокая степень очистки. Однако он требует необходимости организации реагентного хозяйства для регенерации ионитов, кроме того, возникает трудность вторичной переработки элюатов.

Электрохимические методы позволяют извлекать из сточных вод оксиды хрома, железа и других металлов, они наиболее эффективны на установках небольшой производительности при локальной очистке промышленных сточных вод.[2] С помощью этих методов можно создавать замкнутые системы водооборота в гальваническом производстве. Минусом этого метода является высокая стоимость из-за энерго- и ресурсозатрат.

При использовании биологических методов достигается высокая степень очистки без добавления каких-либо химических реагентов.[3] К плюсам этого метода можно отнести то, что не требуется организация реагентного хозяйства. Минусом данного метода является предварительная очистка сточных вод от ядовитых для микроорганизмов компонентов, требуется специальные сооружения – биовосстановители.

Широко используются и методы очистки с использованием химических реагентов [2]. Эти методы позволяют перевести токсичные соединения в менее токсичные или практически полностью выделить их из сточной воды в виде гидроксидов карбонатов, сульфидов и других малорастворимых соединений.

Реагентный метод дает высокую степень очистки по многим компонентам, может требовать содержания обширного реагентного хозяйства, но чаще всего для проведения процесса нейтрализации все нужные реагенты уже находятся в составе очищаемых сточных вод. Так же значительным плюсом этого метода является то, что для размещения локальной очистной станции не требуется больших площадей и строительства отдельных помещений. Однако, при использовании данного метода невозможно провести регенерацию ценных компонентов с целью последующего их использования, что может снизить стоимость самой очистки.

#### **Список использованных источников:**

1. Инженерные методы защиты окружающей среды. Техника защиты атмосферы и гидросферы от промышленных загрязнений: Учебное пособие./Л.Ф.Комарова, Л.А.Кормина. – Барнаул, 2000 - 234с.

2. Ажогин Ф.Ф Гальванотехника: Справ. изд. /Ф.Ф.Ажогин, М.А. Беленький, И.Е. Галь.- М.:Металлургия, 1987 -736 с.

3. Терновцев В.Е. Очистка промышленных сточных вод./ В.Е. Терновцев, В.М. Пухачев – К.: Будивельник, 1986 – 321 с.

### **РЕГЕНЕРАЦИЯ ВОЛОКНИСТЫХ СОРБЦИОННО-КАТАЛИТИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ**

Булах М.А. – студент, Буравлев В.О. – аспирант, Чигаев И.Г. - аспирант,  
Кондратюк Е.В. – к.т.н, доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И Ползунова

Современное состояние природных вод в нашей стране ограничивает расположение и развитие, как промышленности, так и сельского хозяйства, тем самым, замедляя заселение новых территорий. Поверхностные воды чаще всего характеризуются большим содержанием взвешенных веществ, органических соединений (фульво- и гуминовые кислоты), микроорганизмов и т.д. Использование поверхностных вод зачастую требует строительство станции водоподготовки с применением громоздких сооружений, большого количества реагентов и наличие высококвалифицированного персонала. В свою очередь подземные воды имеют более стабильный состав, характеризующийся высоким солесодержанием по сравнению с реками и озерами, но имеющие повышенные концентрации соединений железа и марганца, которые превышают ПДК для питьевой воды в 5-10 раз. [1]

Зачастую в воде одновременно присутствуют железо и марганец в виде карбонатов, сульфатов, хлоридов, реже уже в окисленной гидроксидной форме. Удаление железа, как правило, не представляет большой сложности вследствие склонности к образованию малорастворимых форм в виде коллоида  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  при pH среды больше 7,0-7,5 и наличия в воде кислорода. Для окисления иона  $\text{Mn}^{2+}$  до  $\text{Mn}^{3+}$  или  $\text{Mn}^{4+}$  необходимо создать pH воды не менее 9,5, а при использовании катализатора не менее 8,0. Во многих же случаях pH может находиться в диапазоне от 7,0 до 7,8, что обуславливается наличием в воде растворенных газов ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{CO}_2$ ) которые снижают электронный потенциал воды и тем самым ухудшают условия для окисления марганца. Поэтому возникает необходимость разработки новых сорбционно-каталитических материалов позволяющих работать в данной области pH, так как существующие на сегодняшнее время зернистые загрузки, такие как *Вirm* и *Manganase Green Sand*, не в полной мере обеспечивают необходимую эффективность.

Задачей нашего исследования являлось разработка и экспериментальное изучение нового сорбционно-каталитического материала на основе базальтовых волокон с нанесенным на него оксидным слоем из  $\text{MnO}_2$  под рабочим названием «Марганосорб». [2]

Одним из самых важных аспектов использования любого сорбента для очистки воды является восстановление исходной емкости по отношению к загрязнению после окончания времени фильтроцикла.

Обычно регенерацию фильтров обезжелезивателей проводят с помощью гидравлического взрыхления и последующей водной промывки, а так же с помощью реагентов. Первый способ весьма экологичен и экономичен с точки зрения отсутствия необходимости в использовании реагентов, но при его осуществлении расходуется большое количество энергии (мощные насосные агрегаты), образуется большое количество промывных вод и происходит интенсивное преимущества второго способа обусловлены меньшим сбросом регенерационных вод высокая эффективность восстановления сорбционной способности. Но наибольшей перспективой в будущем будут обладать физико-химические методы регенерации совмещающие, например наложение электрического поля на загрузку фильтра и введение в воду определенных химических веществ для интенсификации процесса.

Нами были проведены эксперименты по деманганизации воды с помощью Марганосорба и последующей его регенерации, результаты которых представлены на рисунке 1.

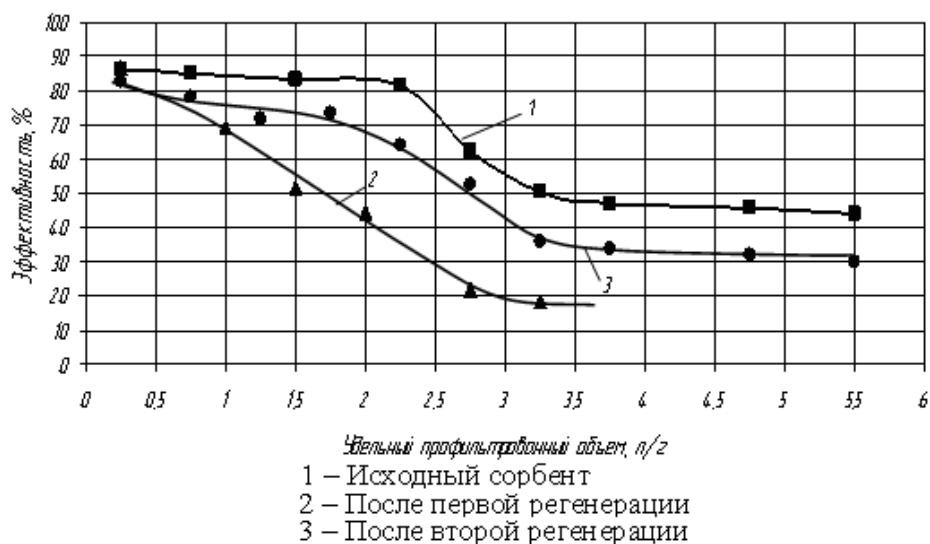


Рисунок 1 – Зависимость эффективности очистки воды от  $Mn^{2+}$  от удельного профильтрованного объема при  $C_{нач} = 1$  мг/л

Из рисунка 1 видно, что при первоначальном использовании «Марганосорба» происходит эффективная и продолжительная сорбционная очистка от ионов марганца при пропускании 5,5 л/г воды, общее количество сорбированного марганца составило примерно 76 мг. После чего была проведена многоступенчатая регенерация с целью изучения влияния различных факторов на ее эффективность, полученные результаты представлены на рисунке 2. Скорость прямой и обратной промывки составляла 25 м/ч. Все стадии проводились последовательно на одной и той же загрузке.

Из рисунка 2а видно, что кислотная промывка позволяет максимально эффективно и быстро удалить окисленные соединения марганца с поверхности сорбента по сравнению с другими стадиями. Эти данные подтверждаются гистограммой (рисунок 2б): так кислотная регенерация позволяет десорбировать 85 % всего марганца, поэтому можно говорить о нецелесообразности применения водных промывок до реагентной. В общей сложности было десорбировано примерно 71 мг марганца.

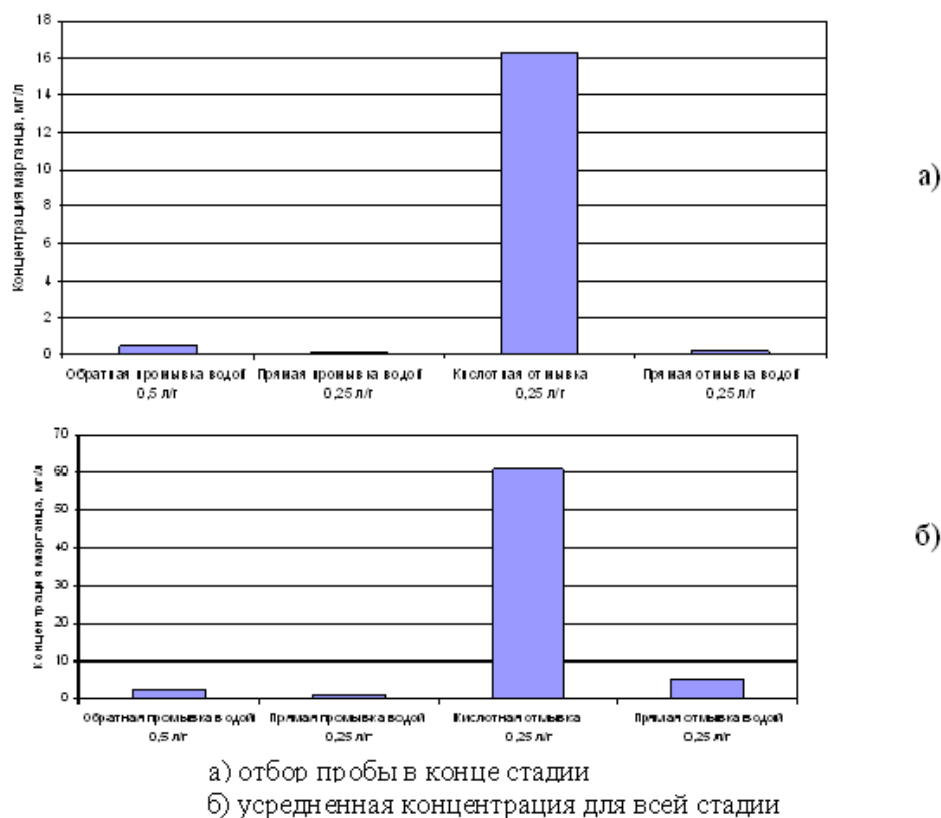


Рисунок 2 – Количество десорбированного марганца с поверхности Марганосорба зависимости от типа промывки и пропущенного удельного объема

После первой регенерации был проведен повторный эксперимент очистки воды в динамических условиях, который показал, что произошло значительное снижение сорбционной емкости (сорбированно 46 мг). По всей видимости регенерация была проведена малоэффективно за счет недостаточности времени контакта и концентрации кислоты в регенерационном растворе для удаления всех загрязнений.

После проведения второй регенерации сорбционные характеристики «Марганосорба» значительно возросли. Вероятнее всего это было вызвано более высокой концентрацией кислоты, приходящейся на единицу поглощенного марганца, по сравнению с первой отмывкой. В результате эффективность очистки воды оказалась всего на 10 % меньше исходной, что можно считать приемлемым результатом.

Полученные данные будут использоваться для дальнейших исследований и разработки технологии водоподготовки с применением новых волокнистых сорбционно-каталитических материалов.

#### Список использованных источников:

1. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.
2. Буравлев В.О. Оптимизация процесса водоочистки на новых сорбентах с матрицей из базальтовых микроволокон / В.О. Буравлев, Е.В. Кондратюк, Л.Ф. Комарова, М.А. Булах, // журнал «Ползуновский вестник». – 2011. - №4-2. – С. 186-188.

## РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА МЕХАНИЧЕСКОГО ОБЕЗВОЖИВАНИЯ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сошилов В.А. - студент, Сенькив Я.Б. - аспирант, Лебедев И.А. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

На кафедре «Химическая техника и инженерная экология» была разработана технология получения фильтровально-сорбционного материала на основе базальтовых волокон и бентонитовых глин. Данный материал представляет хорошую альтернативу существующим ионитам и активным углям, применяемым для очистки сточных вод металлургической, машиностроительной, нефтехимической и химической отраслей промышленности [1].

С целью освоения данной технологии, была собрана пилотная установка по получению материала на основе базальтовых волокон и бентонитовых глин. В ходе её эксплуатации была выявлена лимитирующая стадия производства, а именно сушка материала, которая является самой продолжительной и энергозатратной.

В связи с этим, целью работы является создание узла механического удаления свободной влаги из сорбционного материала перед входом в сушильную камеру [2].

Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач:

- 1) рассмотреть теоретические основы удаления несвязанной влаги механическим способом;
- 2) разработать и изготовить экспериментальное устройство;
- 3) провести серию экспериментов;
- 4) провести анализ полученных результатов с выявлением оптимальных параметров для проектирования узла обезвоживания.

Для проведения экспериментов нами было создано экспериментальное устройство, схема которого представлена на рисунке 1.

Устройство отжимное (Рисунок 1) состоит из трех валков: верхнего 1, среднего 6 с пористым элементом 7 и нижнего 8. Валки расположены на осях и могут свободно вращаться. Ось верхнего валка 1 закреплена в направляющих (на рисунке не показаны) и имеет возможность вертикального перемещения. Оси среднего 6 и нижнего 8 валков жестко закреплены в направляющих, которые в свою очередь жестко крепятся к раме установки по производству фильтровально-сорбционного с помощью болтового соединения. Сетчатая лента сушилки-конвейера проходит между верхним валком 1 и средним валком 6 с пористым элементом 7.

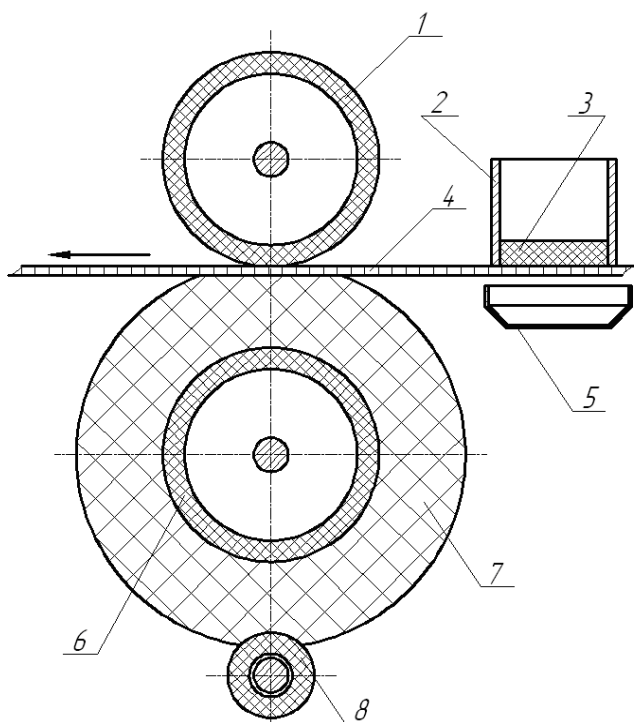
Верхний валок 1 изготовлен из полипропиленовой трубы диаметром 50 мм и двух переходных фитингов, соединенных с трубой посредством пайки. Ось верхнего валка 1 закреплена в направляющих таким образом, что исключается осевое смещение, но имеется возможность вертикального перемещения оси. Это сделано с целью предотвращения заклинивания валка 1 при возможном, неравномерном распределении материала. Посредством валка 1 осуществляется давление на материал, для чего его ось сделана длиннее осей среднего и нижнего валков, и имеет больший вылет. На концах оси верхнего валка навешиваются грузы массой, соответствующей необходимому давлению на материал.

Под сетчатой лентой конвейера 4 расположен средний валок 6 с пористым элементом 7. Конструкция валка 6 сходна с конструкцией валка 1, а отличается лишь тем, что валок 6 имеет пористый элемент и его ось жестко закреплена в направляющих.

Нижний валок 8 имеет диаметр 20 мм и предназначен для удаления влаги из пористого элемента 7 валка 6. Ось нижнего валка также жестко закреплена в направляющих. Расположение валков 6 и 8 можно регулировать по высоте.

Верхний и средний валки приводятся в движение за счет сил трения между их поверхностью и сетчатой лентой конвейера, а нижний – за счет взаимодействия со средним валком, что приводит к незначительному увеличению нагрузки на основной привод.

Обезвоживание сорбента проводилось в соответствии со схемой, представленной на рисунке 1.



1 - верхний валок, 2 - форма, 3 - материал, 4 - сетчатая лента конвейера, 5 - поддон, 6 - средний валок, 7 - пористый элемент, 8 - нижний валок

Рисунок 1 - Схема обезвоживания сорбента с помощью плотного образца отжимного устройства

На сетчатую ленту 4, в форму 2 выгружалась предварительно подготовленная исходная суспензия 3, состоящая из базальтового волокна массой 5 г, бентонитовой глины – 0.7, 1.0 или 1.6 г в зависимости от процентного соотношения «бентонит-базальт», модифицирующие агентов – менее 1 г и воды, объемом 1 литр. При этом свободная влага стекала в поддон 5, этот процесс оценивался визуально и длился в течение 5 минут. На валок 1 навешивались грузы, масса которых соответствовала заданному давлению. После чего, приводилась в движение сетчатая лента конвейера 4, и материал проходил через валки, за счет чего удалялась оставшаяся часть свободной и капиллярной влаги. Затем, обезвоженный материал взвешивался.

Варьируя давлением верхнего валка 1 на материал, нами были проведены эксперименты для проверки эффективности экспериментального отжимного устройства при различных

конструктивных схемах, а именно:

- 1) с верхним валком 1;
- 2) с верхним валком 1 и средним валком 6;
- 3) с верхним валком 1 и средним валком 6 с пористым элементом 7;
- 4) с верхним валком 1, средним валком 6 с пористым элементом 7 и нижним валком 8.

По полученным данным была найдена относительная влажность материала и построены зависимости её изменения от давления при различных схемах отжима (Рисунок 2).

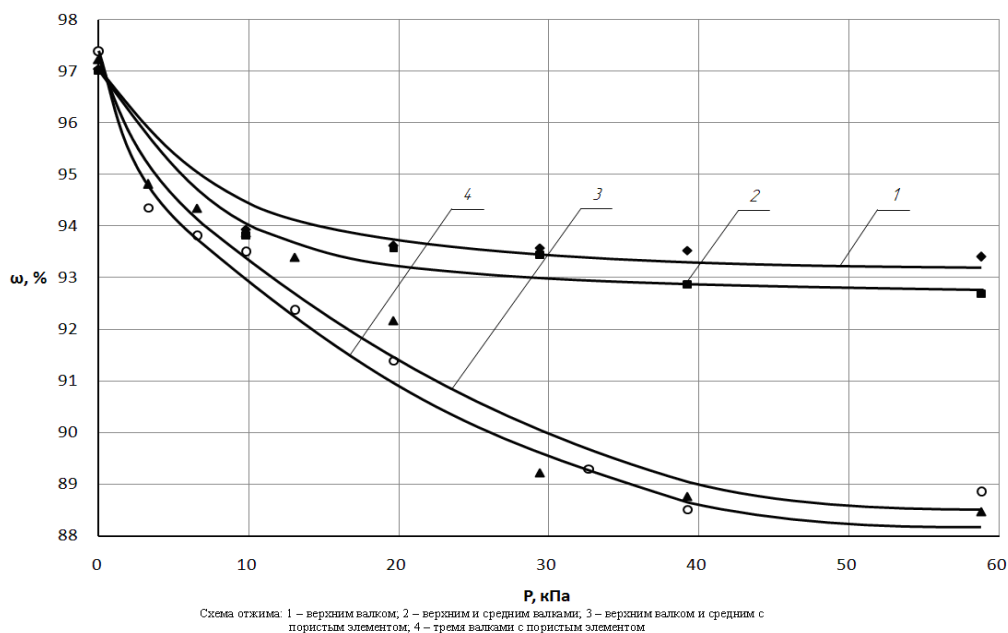


Рисунок 2 – Зависимость относительной влажности материала  $\omega$  от давления  $P$  при различных схемах отжима

Из рисунка 2 видно, что при схемах отжима 1 и 2 изменения относительной влажности практически одинаковы, а относительная влажность уменьшается примерно на 4 % уже при давлении 20 кПа. Последующее увеличение давления приводит к незначительному эффекту. При схемах отжима 3 и 4 изменения относительной влажности также отличаются между собой не существенно, но в отличие от схем отжима 1 и 2 относительная влажность снижается примерно на 9 % при давлении в 45 кПа. Достигнутый результат объясняется применением вакуумно-капиллярного эффекта пористого элемента.

Следовательно, наиболее эффективен отжим по схемам 3 и 4. Выбор применения схемы 3 или 4 не столь очевиден в настоящее время. Для более конкретного решения по компоновке узла обезвоживания необходимо провести исследование процесса сушки, используя при этом предварительный отжим и рассчитать целесообразность капитальных вложений относительно каждой схемы.

#### Список использованных источников:

1. Лебедев И.А. Автореферат. Исследование по очистке сточных вод от взвешенных веществ и ионов железа базальтовыми волокнами. Барнаул. Изд-во АлтГТУ, 2007г. – 12 с.
2. Обезвоживание суспензий [Электронный ресурс]: строительный информационный портал – 02.09.2011 – Режим доступа: <http://www.stroitelstvo-new.ru/> Загл. с экрана.

### ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ БТЭЦ-2, ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Крамер О.А. – студент, Андреева Н.Г. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Влияние энергетики на экологию Земли носит глобальный характер, достаточно разнообразно и определяется видом энергоресурсов и типом энергоустановок.

Несомненно, что в ближайшей перспективе тепловая энергетика будет оставаться преобладающей в энергетическом балансе мира и отдельных стран. Велика вероятность увеличения доли углей и других видов менее чистого топлива в получении энергии. В этой связи различными авторами предлагаются пути и способы их использования, позволяющие существенно уменьшать отрицательное воздействие на окружающую среду. Эти способы базируются в основном на совершенствовании технологий подготовки топлива и улавливания вредных отходов.

По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2010 году» (Барнаул, 2011.–175 с.) в 2010 г. из всех определяемых

примесей в большей степени воздух города был загрязнен взвешенными веществами (1,2-1,4 ПДК), сажей (0,7-4,8 ПДК) формальдегидом (3,7 ПДК) и бенз(а)пиреном (в 3,3 – 8,6 раза выше стандарта ВОЗ), оксидом углерода (1,8 ПДК), фенолом (1,9 ПДК). Количество загрязняющих веществ, выброшенных в 2010 году в атмосферный воздух, на каждого жителя Алтайского края составило более 2,5 тонны.

В 2010 г. уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Барнаула был оценен как очень высокий и город включен в «черный» список наиболее загрязненных городов России.

Основными источниками загрязнения воздуха города являются предприятия теплоэнергетики. К ним относится и БТЭЦ-2, работающая на каменном угле, мазуте и природном газе. За год сжигается в среднем 1870,342 тыс. тонн угля, 5,714 тонн мазута и 21,848 тыс. м<sup>3</sup> газа. Дымовые газы ТЭЦ вносят свой весомый вклад в загрязненность воздуха города Барнаула.

Для улавливания золы из дымовых газов на всех котлах установлены золоуловители типа МВ УО ОРГРЭС.

Золоулавливающая установка типа МВ представляет собой сочетание основных элементов: «трубы Вентури» и «центробежного Скруббера», последовательно соединенных по ходу очищаемых дымовых газов. Соединение осуществляется коленом и переходом. «Труба Вентури» служит для коагуляции золовых частиц с каплями орошающей воды и состоит из трех основных частей: конфузора, горловины и диффузора. «Трубы Вентури» установлены вертикально. Для орошения «трубы Вентури» служит форсуночное устройство, основным элементом которого является центробежная механическая форсунка, установленная перед «трубой Вентури». Сопловое отверстие форсунки направлено по ходу дымовых газов.

Центробежный сепаратор служит для выделения из потока дымовых газов капель орошающей воды с осевшими на них золовыми частицами, а также частичного улавливания из газа золовых частиц, не осевших на каплях в трубе Вентури. Центробежный сепаратор имеет тангенциальный ввод дымовых газов, что обеспечивает их закручивание в аппарате, и пленочное орошение внутренней поверхности, для чего в верхней части цилиндра сепаратора установлен коллектор с сопловыми устройствами. Нижняя часть центробежного сепаратора заканчивается конусом с гидрозатвором. Гидрозатвор предназначен для непрерывного удаления из сепаратора образующейся в нем пульпы и обеспечения при этом его воздушной плотности.

Проектная эффективность ЗУУ составляет 96 %, фактическая 91-92 %. Повышение степени очистки может быть достигнуто дополнительной установкой в систему газоходов инерционных пылеуловителей.

Инерционный пылеуловитель имеет ряд преимуществ по сравнению с другими аппаратами такого класса: небольшие габариты, хорошую комплектуемость с газоходами, простоту в изготовлении, малую материалоемкость. Но пылеуловитель способен улавливать только крупную пыль размером 20-30 мкм и более.

Принцип действия пылеуловителя основан на использовании центробежных сил, возникающих при вращении газового потока внутри корпуса, это вращение достигается путем тангенциального ввода газа. В результате действия центробежных сил крупная фракция пыли отбрасывается на стенки корпуса и отсекается решеткой жалюзийного типа и стекает в бункер. За счет высоких значений центробежных сил, плавного поджатия газового потока во входном патрубке и равномерного распределения по сечению выходного патрубка достигается степень очистки на уровне высокоэффективных циклонов при практически вдвое меньшем гидравлическом сопротивлении.

Таким образом, очистка будет производиться в 2 ступени: улавливание крупных частиц на пылеуловителях и более глубокая очистка на «трубах Вентури», эффективность составит не менее 98%.

Следует отметить, что в настоящее время на многих ТЭС улавливаются в основном твердые выбросы с помощью различного вида фильтров и циклонов. Наиболее агрессивный



загрязнитель - сернистый ангидрид на многих ТЭС не улавливается или улавливается в ограниченном количестве. В то же время имеются ТЭС (США, Япония), на которых производится практически полная очистка от данного загрязнителя, а также от оксидов азота и других вредных поллютантов. Для этого используются специальные десульфураторные (для улавливания диоксида и триоксида серы) и денитрификационные (для улавливания оксидов азота) установки. Наиболее широко улавливание оксидов серы и азота осуществляется посредством пропускания дымовых газов через раствор аммиака. Конечными продуктами такого процесса являются аммиачная селитра, используемая как минеральное удобрение, или раствор сульфита натрия (сырье для химической промышленности).

Исходя из сказанного, добавление аммиачной воды в поглотительный раствор «трубы Вентури», даст возможность уловить до 96% оксидов серы и более 80% оксидов азота.

Достаточно перспективным и надежным способом снижения содержания в дымовых газах оксидов серы является предварительное обессеривание (десульфурация) углей и других видов топлива химическими или физическими методами. Этими методами удается извлечь из топлива от 50 до 70% серы до момента его сжигания.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ НАВОЗА И ПОМЕТА НА ТЕРРИТОРИИ АЛЕЙСКОГО РАЙОНА АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Фандеева Ю.А. – студент, Бельдеева Л.Н. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

В настоящее время как у нас в стране, так и за рубежом имеется множество технологий переработки и использования навоза. После переработки навоз используется в качестве органического удобрения, из него получают кормовые дрожжи, биогаз, жидкое топливо, используют в качестве добавок в корм животным, на навозе выращивают червей, мух, ряску, сальвинию, хлореллу, на гидропонике выращивают зерновые культуры и т.д.

Изобилие технологий вызывает различные мнения среди ученых и практиков о применении навоза. Но все же большинство ученых придерживается единого мнения, что навоз необходимо после переработки использовать в качестве удобрения [1,2].

Количество образуемого навоза и помета на территории Алейского района составляет около 140000 т/год.

Наиболее перспективными направлениями переработки навоза и помета в органическое удобрение являются:

- ускоренное компостирование в биореакторах;
- полевое компостирование в навозохранилищах.

Как показал проведенный анализ, в условиях Алейского района Алтайского края наиболее целесообразно перерабатывать навоз методом полевого компостирования, что позволяет уменьшить затраты на организацию процесса переработки навоза и помета в органическое удобрение.

Технология переработки навоза и помета методом полевого компостирования, не требует специального оборудования и позволяет организовать производство на свободных площадях действующих предприятий без существенных капиталовложений.

Нами проведен расчет и подбор оборудования, рассчитаны инвестиции в проект, затраты на строительство и эксплуатацию, основные технико-экономические показатели, а также размер предотвращенного экологического ущерба. В общей сложности КФХ, расположенные на территории Алейского района, перерабатывая навоз и удобрения, сэкономят около 185 млн.руб. (плата за негативное воздействие на окружающую среду с учетом штрафных санкций) [3,4,5].

### Список использованных источников:

1 Обоснование способов и средств переработки бесподстилочного навоза – [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.tstu.ru/> Загл. с экрана.

2 Новые технологии и оборудование для технического перевооружения и строительства животноводческих ферм и комплексов – [электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.terra-ekb.ru/> Загл. с экрана.

3 Приказ МПР РФ от 2 декабря 2002 г. N 786 "Об утверждении федерального классификационного каталога отходов" (с изменениями от 30 июля 2003 г.) // Система ГАРАНТ ЭКСПЕРТ.

4 Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления, Москва 1999 год // Система ГАРАНТ ЭКСПЕРТ.

5 Постановление от 28 августа 1992 года №632 «Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия» // Система ГАРАНТ ЭКСПЕРТ.

## РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПРИ СОЗДАНИИ МАЛООТХОДНЫХ РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Клейменова М.Н. – аспирант, Лазуткина Ю.С. – к.т.н., доцент,  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Основные направления инженерной защиты окружающей среды от загрязнения и других видов антропогенных воздействий – внедрение ресурсосберегающих и малоотходных технологий, биотехнология, утилизация и обезвреживание отходов, и главное, экологизация всего производства, при котором обеспечивалось бы включение всех видов взаимодействия с окружающей средой в естественные циклы круговорота веществ.

Предприятия химической и нефтехимической отрасли расположены во многих регионах Российской Федерации и выпускают большой спектр продукции для удовлетворения нужд всех отраслей промышленности, сельского хозяйства и населения.

В последние годы объемы выбросов, сбросов и образования отходов существенно уменьшились, что в большей степени объясняется спадом производства и в меньшей – осуществлением природоохранных мероприятий. Все же большинство действующих предприятий значительно влияют на окружающую природную среду, поскольку существующие технологические линии долгое время не модернизировались с точки зрения современных экологических требований.

Целью наших исследований является разработка малоотходных технологий при получении моноалкилбензолов (МАБ) и кремнийорганических эмалей (КОЭ) на производствах основного органического синтеза Алтайского края.

Рассматриваемые продукты находят широкое применение. Так, МАБ используют в производстве технического углерода, кокса, темных нефтеполимерных смол, суперпластификаторов бетонов, в качестве компонента котельного топлива, при изготовлении авиационных топлив и бензинов для повышения антидетонационных характеристик. Основной областью применения является производство сульфанола, который служит основным сырьем для получения ПАВ [1].

Кремнийорганические эмали в свою очередь применяют в строительной технике в качестве атмосферостойких декоративных покрытий изделий из бетона, асбоцемента, а также для отделки наружных и внутренних элементов зданий и сооружений [2].

При получении МАБ в качестве отхода образуется продукт жидкофазного каталитического алкилирования бензола, который содержит следующие компоненты: бензол,  $\alpha$ -олефины, МАБ, ПАБ, толуол, воду. В свою очередь,  $\alpha$ -олефины представляют собой смесь децена, додецена и тетрадецена; МАБ – смесь 2-фенилдекана, 2-фенилдодекана и 2-фенилтетрадекана; ПАБ состоит в основном из ди- и триалкилбензолов.

В производстве кремнийорганических эмалей на стадии локальной очистки сточных вод образуется бутанольно-толуольная смесь, в состав которой входят этанол, толуол, бутанол, хлорбензол и вода. Рекуперация составных компонентов из указанных отходов производства МАБ и КОЭ позволит сократить нормы расхода сырья, выделить побочные продукты и

вернуть их в основной технологический процесс, а также уменьшить нагрузку на окружающую среду за счет исключения стадии сжигания продуктов жидкофазного окисления и бутанольно-толуольной смеси.

Разработка малоотходных ресурсосберегающих технологий невозможна без качественной методики анализа при определении чистоты используемых в экспериментах веществ, а также качественных и количественных показателей исследуемых смесей, их составляющих и промежуточных фракций при осуществлении разгонки по истинным температурам кипения. Для решения указанных задач был выбран хроматографический метод. Его преимущество перед другими состоит в следующем: минимальное количество вводимой пробы, точность определения, экспрессность [3, 4].

Методика анализа бутанольно-толуольной смеси разработана для хроматографа Хромос ГХ - 1000 с пламенно-ионизационным детектором (ПИД), а для отходов производства МАБ для хроматографа ЛХМ-8МД с детектором по теплопроводности (катарометром). При постановке лабораторного эксперимента варьировали скорость газ-носителя, температуру колонок ( $T_{кол}$ ), катарометра ( $T_{кат}$ ), ПИД ( $T_{ПИД}$ ) и испарителя ( $T_{исп}$ ).

В литературе имеется большое количество данных по хроматографии органических веществ, однако приемлемое решение для анализа конкретных смесей отсутствует. Основная трудность при разработке методики заключалась в подборе подходящей фазы, обладающей достаточной селективностью для определения различных классов органических соединений.

После проведенного литературного и патентного поиска в качестве сорбента при анализе бутанольно-толуольной смеси было решено использовать твердую основу, состоящую из CHROMATON N-AW и SEPARON, свойства которых представлены в таблицах 1 и 2 [5].

Для CHROMATON характерно узкое распределение пор и отсутствие микропор. Малое содержание оксидов железа является причиной низкой каталитической активности этого носителя, что позволяет работать при высоких температурах и малом количестве нанесенной жидкой фазы, не опасаясь ее каталитического разложения. Небольшая удельная поверхность и высокая химическая чистота обуславливают низкую адсорбцию, которая важна при разделении полярных веществ на носителе с малым количеством стационарной фазы. CHROMATON N-AW промыт кислотами и силанизирован гексаметилдисилазаном, в результате чего еще больше снижается его адсорбционная и каталитическая активность.

SEPARON имеет мелкую зернистую структуру, применяется при хроматографировании смесей, содержащих в своем составе воду.

Таблица 1 – Свойства твердых носителей

Носитель	Цвет	Насыпная плотность, г/см	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	pH водной вытяжки	Объем пор, см <sup>3</sup> /г
CHROMATON N-AW	Белый	0,24	1,00	9,5	1,3-1,4
Парохром-1	Белый	0,30	1,00	8,0	15,0-20,0

Таблица 2 – Свойства SEPARON

Цвет	Удельная поверхность, м <sup>2</sup> /г	Средний диаметр пор, нм	T <sub>макс</sub> , °C	Полярность
Белый	70	50	230	слабополярная

В качестве жидкой фазы в данном случае использован FFAP 15 % от массы носителя (таблица 3), который представляет собой сложный эфир полиэтиленгликоля и 2-нитротерефталевой кислоты. В качестве газа-носителя применялся водород со скоростью 30 см<sup>3</sup>/мин. Для наиболее полного разделения смеси предложено использовать

хроматографическую колонку длиной 3 м и диаметром 3 мм. Температуру в колонке изменяли в пределах от 70<sup>0</sup>С до 130<sup>0</sup>С, детекторе до 200<sup>0</sup>С, испарителе до 200<sup>0</sup>С.

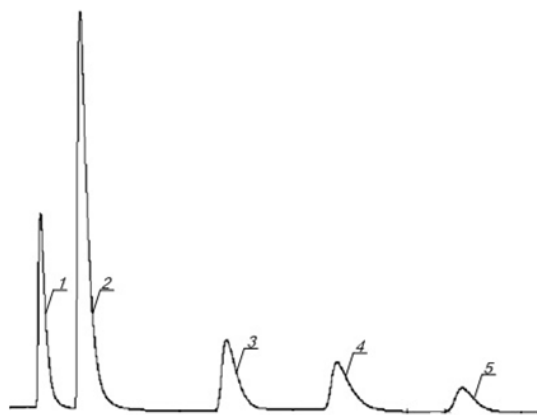
Таблица 3 – Свойства FFAP, апиезона L и ПЭГ-4000

Жидкая фаза	Молекулярная масса	Предельная температура применения, <sup>0</sup> С	Плотность при 20 <sup>0</sup> С, г/см <sup>3</sup>	Диэлектрическая постоянная
FFAP	20000	275	-	-
Апиезон L	15000	350	1,086	2,65
ПЭГ-4000	4000	220	1,237	1,98

При расчете хроматограмм необходимо привести площади к величинам, пропорциональным концентрациям соответствующих компонентов. Для этого вводятся поправочные коэффициенты или величины относительной чувствительности [4]. Для исследуемой бутанольно-толуольной смеси методом внутреннего стандарта рассчитаны калибровочные коэффициенты по составным компонентам, приведенные в таблице 4. В качестве стандартного вещества использовался ацетон. С учетом полученных калибровочных коэффициентов получена хроматограмма бутанольно-толуольной смеси, представленная на рисунке 1.

Таблица 4 – Калибровочные коэффициенты для компонентов бутанольно-толуольной смеси

Ацетон	Этанол	Толуол	Бутанол	Хлорбензол	Бензол
1,000	1,388	0,416	0,748	0,559	0,409



1 – ацетон, 2 – этанол, 3 – толуол, 4 – бутанол, 5 – хлорбензол

Рисунок 1 – Хроматограмма бутанольно-толуольной смеси

Анализ литературных данных показал, что в качестве сорбента для хроматографирования продуктов жидкофазного окисления производства МАБ рекомендуется использовать порохром-1, свойства которого представлены в таблице 1 [5].

В качестве жидкой фазы опробованы апиезон L (30% от массы носителя) и ПЭГ-4000 – неионогенное кислородсодержащее высокомолекулярное соединение. Апиезон L представляет собой смесь парафиновых и нафтеновых углеводородов (высококипящие остатки после разгонки нефти). Он удобен для разделения высококипящих веществ с температурой до 300 <sup>0</sup>С и выше. Свойства жидких фаз представлены в таблице 3 [5].

В качестве газа-носителя при анализе смеси производства МАБ применялся водород со скоростью 8 л/ч. Для наиболее полного разделения предложено использовать хроматографическую колонку длиной 3 м диаметром 4 мм. Температуру в колонке необходимо поддерживать в пределах от 140 <sup>0</sup>С до 150 <sup>0</sup>С, детекторе 200 <sup>0</sup>С, испарителе 215 <sup>0</sup>С.

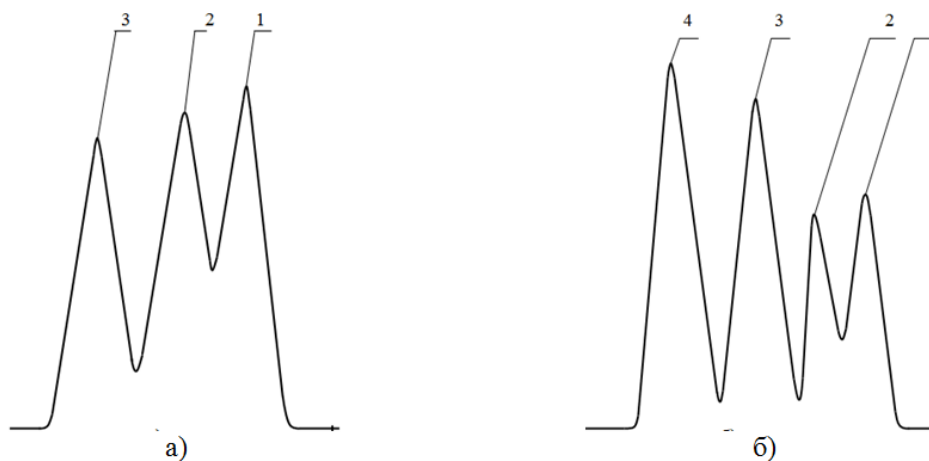
Анализ полученных хроматограмм (рисунок 2) показал, что при использовании в качестве жидкой фазы апиезона L не происходит разделения на отдельные компоненты смеси воды с гомогенизатором, остальные вещества выписываются удовлетворительно. При применении ПЭГ-4000 все вещества идентифицируются с достаточной точностью. В результате в качестве жидкой фазы окончательно выбран ПЭГ-4000.

При хроматографировании продуктов жидкофазного окисления производства МАБ также методом внутреннего стандарта рассчитаны калибровочные коэффициенты для

используемых в анализе веществ (таблица 5). В качестве стандартного вещества использовался ацетон, применяемый в качестве гомогенизатора исследуемых смесей.

Таблица 5 – Калибровочные коэффициенты хроматографирования продуктов жидкофазного окисления производства МАБ

Ацетон	Бензол	Вода	Толуол
1,000	0,997	0,560	1,281



1- вода; 2 - ацетон; 3 - бензол; 4 - толуол

Рисунок 2 – Хроматограммы исследуемой смеси продуктов жидкофазного окисления производства МАБ: а) на апиезоне L, б) на ПЭГ-4000

В результате проведенных исследований разработаны методики анализа изучаемых смесей на основе газожидкостной хроматографии, позволяющей качественно проводить дальнейшие эксперименты по определению фазовых равновесий жидкость-пар и жидкость-жидкость, без которых невозможно дальнейшее создание ресурсосберегающих технологий ректификационного разделения отходов производства МАБ и КОЭ.

#### Список использованных источников:

- Магеррамов, М.Н. Алкилирование бензола головной фракцией полимеризата  $\alpha$ -олефинов и применение полученных алкилбензолов в производстве ПАВ/ М.Н. Магеррамов, А.Г. Лютфалиев, М.И. Рудь и др.// Журнал прикладной химии. – 1990. – № 8. – С. 1889-1892.
- Проект нормативов образования отходов и лимитов на их размещение (ПНООЛР) ОАО «Алтайхимпром». – 2005. – Т. 1– 127 с.
- Вяхирев, Д.А. Руководство по газовой хроматографии / Д.А. Вяхирев, А.Ф. Шушунова. – М.: Высшая школа, 1987. – 335 с.
- Царев, Н.И. Практическая газо-жидкостная хроматография: учебное пособие / Н.И. Царев, В.И. Царев, И.Б. Катраков. – Барнаул: Алт. ун-т, 2000. – 165 с.
- Лейбниц, Э. Руководство по газовой хроматографии / Э. Лейбниц, Х.Г. Штруппе. – М.: Мир, 1988. – 510 с.

#### СОЗДАНИЕ СОРБЦИОННОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Фогель А.А. – аспирант, Сомин В.А. – к.т.н., доцент, Комарова Л.Ф. – д.т.н., профессор  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Обеспечение экономически эффективного и экологически безопасного водопользования, защита водных ресурсов от истощения, загрязнения и деградации – одна из наиболее важных задач современности. Возможности рационального использования водных ресурсов и требования сохранения водной среды для большинства регионов являются лимитирующим фактором социально-экономического развития.

Существенные ограничения для водопользования возникают в связи с природными и антропогенными изменениями химического состава вод. Попадая в водные объекты, загрязненные воды ухудшают их качество, уменьшая или исключая возможности предоставления населению и различным отраслям хозяйства водных, энергетических, биологических, сырьевых и других ресурсов. Одним из путей обеспечения экономически эффективного и экологически безопасного водопользования является улучшение использования ресурсов, снижение водоёмкости производства, разработка и внедрение на предприятиях замкнутых водооборотных циклов и ресурсосберегающих процессов, основанных на современных технологиях очистки воды.

Среди методов, традиционно используемых для удаления тяжелых металлов из сточных вод, наиболее широко распространен сорбционный. В настоящее время существует большое разнообразие адсорбентов, однако их применение в промышленности ограничивается достаточно высокой стоимостью. Поэтому интерес представляет получение новых эффективных сорбентов на основе доступного сырья. Целесообразно использовать при этом и отходы целлюлозно-бумажной, пищевой, деревообрабатывающей промышленности, что позволит решить две задачи: очистку воды и утилизацию отходов.

В настоящее время использование древесных отходов для сорбции ионов металлов из сточных вод является объектом многих исследований. Опилки в большом количестве образуются в качестве отходов на многих предприятиях, однако их применение в чистом виде для удаления загрязнений малоэффективно. Поэтому необходимо увеличивать сорбционную емкость опилок, например, нанесением бентонитовой глины, обладающей ярко выраженными ионообменными свойствами [1].

В работе использовались бентонитовые глины Таганского (натриевая и кальциевая) и Хакасского месторождений и древесные опилки трех видов (сосновые, осиновые, березовые). Бентонитовые глины подвергали активации раствором карбоната натрия. Для увеличения пористости и лучшего закрепления частиц бентонита опилки предварительно модифицировались следующими растворами: 5 %-ый ортофосфорной кислоты, 0,5 н и 1 н соляной кислоты и гидроксида натрия.

Получение сорбционного материала осуществлялось смешением в водной среде бентонита с опилками, после чего смесь высушивалась и измельчалась.

Первая серия экспериментов по изучению сорбционной емкости материала направлена на определение оптимального соотношения компонентов сорбента. Материал приготавливался на основе опилок, модифицированных раствором ортофосфорной кислоты, с нанесением на них кальциевой бентонитовой глины Таганского месторождения содовой активации и натриевой с соотношением бентонита и опилок от 1:1 до 1:5. Сорбционная емкость определялась для модельных растворов сульфатов меди и никеля с концентрацией от 10 до 1000 мг/г.

При равновесной концентрации очищаемого раствора до 250 мг/л с увеличением количества бентонита в составе материала сорбционная емкость также увеличивается (рисунок 1). Однако свыше данной концентрации максимальная эффективность извлечения меди характерна для сорбента с соотношением бентонит: опилки 1:2 (45 мг/г). Кроме того, этот материал имеет достаточно высокие прочностные характеристики и значительный суммарный объем пор. Емкость материалов, изготовленных на основе березовых и осиновых опилок, практически одинакова.

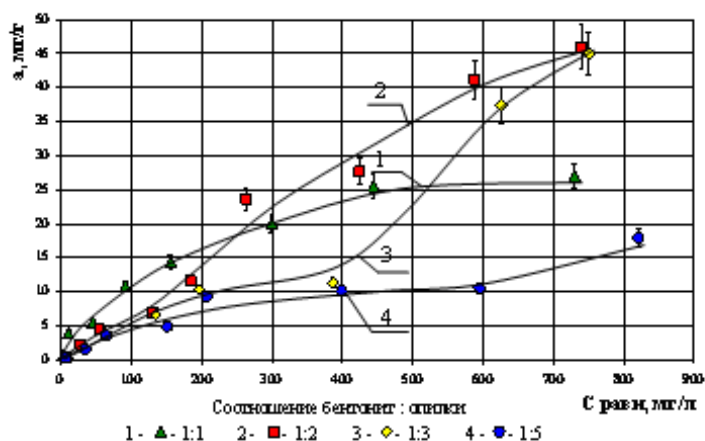


Рисунок 1 – Изотермы сорбции ионов меди на материале из кальциевого бентонита содовой активации и модифицированных сосновых опилок

Вторая серия экспериментов по изучению сорбционной емкости материалов была направлена на поиск лучшего типа модификатора опилок. Для исследования сорбционной емкости в статических условиях были взяты материалы на основе активированной бентонитовой глины Хакасского месторождения с использованием модифицированных сосновых опилок. Результаты исследований представлены на рисунке 2.

Наибольшей сорбционной емкостью (до 40 мг/л) по отношению к ионам меди обладает материал на основе опилок, модифицированных раствором гидроксида натрия. Однако этот сорбент быстро разрушается в водной среде, что затрудняет его практическое использование. Для материалов с обработкой 0,5 н и 1 н растворами соляной кислоты сорбционная емкость оказалась близкой и достигает значения 36 мг/г. Поэтому целесообразнее использовать в качестве модификатора 0,5 н раствор соляной кислоты.

По отношению к ионам никеля максимальной степенью извлечения ионов тяжелых металлов обладает материал на основе опилок, модифицированных раствором соляной кислоты, его емкость достигает 45 мг/л.

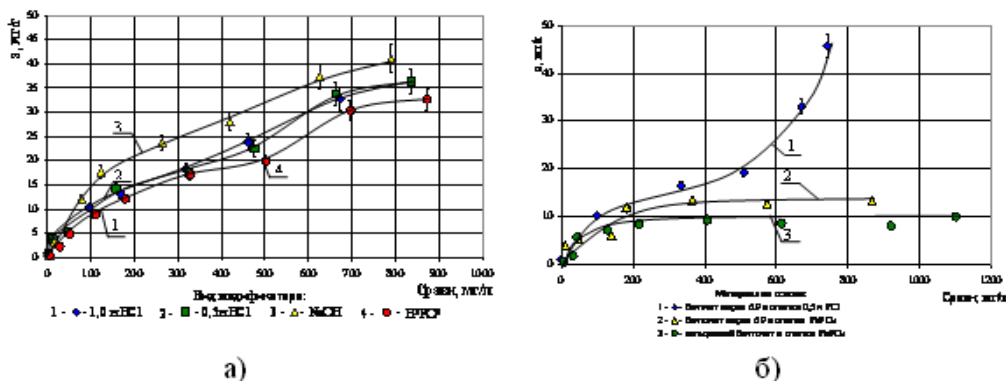


Рисунок 2 – Изотермы сорбции на материале из активированного бентонита Хакасского месторождения и модифицированных сосновых опилок: а) ионов меди, б) ионов никеля

В результате проведенных экспериментов, выявлено, что в качестве основы для сорбента лучше использовать сосновые опилки, а модификацию проводить 0,5 н раствором соляной кислоты.. При этом вид бентонита практически не оказывает влияния на степень извлечения ионов тяжелых металлов.

В динамических условиях для извлечения ионов тяжелых металлов было решено использовать сорбент из бентонитовых глин Таганского месторождения и сосновых опилок, модифицированных ортофосфорной кислотой, а также активированного бентонита Хакасского месторождения и сосновых опилок, модифицированных соляной кислотой. Они имеют достаточно высокие прочностные характеристики и суммарный объем пор при сопоставимой сорбционной емкости. Использовались модельные растворы сульфатов меди и никеля с концентрацией 50 мг/л и 10 мг/л.

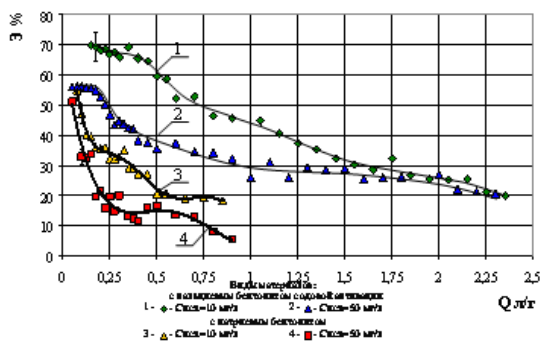


Рисунок 3 – Зависимость эффективности извлечения (Э) ионов меди от удельного объема (Q) раствора на материалах из Таганского бентонита и сосновых опилок, модифицированных ортофосфорной кислотой

аналогичной начальной концентрации – порядка 50 %. При  $C_n=50$  мг/л наибольшая эффективность составляет 55 % для материала с активированным кальциевым бентонитом, и 50 % – с натриевым.

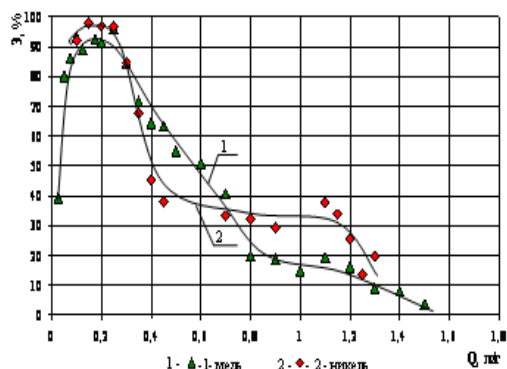


Рисунок 4 – Зависимость эффективности извлечения (Э) ионов меди и никеля от удельного объема (Q) раствора на материалах из Хакасского бентонита и сосновых опилок, модифицированных соляной кислотой

На рисунке 3 приведены зависимости эффективности очистки от ионов меди на материале с Таганским бентонитом и сосновыми опилками, модифицированными ортофосфорной кислотой от удельного объема пропущенного раствора. Наибольшая степень извлечения 70 % оказалась при использовании сорбента с активированным кальциевым бентонитом ( $C_n=10$  мг/л), с натриевым бентонитом для

аналогичные исследования с Хакасским бентонитом показали эффективность извлечения ионов меди и никеля 95 % и 98 % соответственно (рисунок 4). Однако в данном случае происходит некоторое уменьшение удельного объема пропущенного раствора.

Полученные сорбционные материалы позволяют извлекать из воды ионы тяжелых металлов с эффективностью не менее 90 %, а также создавать на предприятиях водооборотные циклы, что обеспечит снижение нагрузки на водные объекты.

#### Список использованных источников:

1. Смирнов А.Д. Сорбционная очистка воды / А. Д. Смирнов. – Л.:Химия, 1982. – 168 с.

## ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОЧИСТКИ КОКСОВОГО ГАЗА ОТ АММИАКА

Домникова В.Г. – студент, Кормина Л.А. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И Ползунова

Химическая технология твердых горючих ископаемых в экологическом отношении является одной из наиболее сложных отраслей промышленности, что обусловлено особенностями производства и масштабами отрасли.



Коксование сопряжено с выбросами пыли и газа при разгрузке шихты в печи и с образованием шлама при мокром тушении кокса. Любой процесс переработки твердых топлив неизбежно связан с образованием сточных вод, включающих влагу шихты, воду, образующуюся при термическом превращении органической массы угля. В любом процессе образуются фенолы, аммиак, органические основания, сероводород, цианистый водород. Все это обусловило необходимость применения различных методов очистки образующихся выбросов и сбросов.

При производстве кокса на ОАО «Алтай-кокс» методом высокотемпературного пиролиза образуется коксовый газ, содержащий химические продукты коксования в виде весьма сложной смеси паров и газов, в состав которой входят водяные пары, сероорганические соединения (сероуглерод, сероокись углерода, тиофен), азотистые соединения (аммиак, циан, цианистый водород, пиридин и его гомологи), бензол и др.

Коксовый газ проходит очистку в цехе улавливания от аммиака и бензольных углеводородов и используется в дальнейшем, как отопительный газ.

Традиционным способом очистки газа от аммиака является его поглощение серной кислотой сатураторным или безсатураторным способами с получением сульфата аммония.

Тенденция на замену сульфатных отделений современными технологиями очистки коксового газа от аммиака без получения сульфата аммония прослеживается за рубежом с 70-х годов прошлого столетия.

В последние 20 лет за рубежом практически отсутствуют патентные заявки по усовершенствованию сульфатных отделений коксохимпроизводств. Возможности совершенствования процессов в этих отделениях почти исчерпаны. Патентуются технические решения по созданию новых и совершенствованию классических вариантов улавливания аммиака водой или растворами ортофосфатов аммония без получения сульфата аммония.

В начале 70-х годов технологические процессы улавливания химических продуктов коксования в СССР и зарубежных странах по техническому уровню существенно не отличались. Различия в структуре цехов и применяемых технологиях в основном определялись составом прямого коксового газа, направлением использования очищенного коксового газа и уровнем развития производства минеральных удобрений. Коксовый газ на заводах РФ содержит минимальные примеси сероводорода ( $2-2,5 \text{ г/м}^3$ ) в связи с низкой сернистостью углей. Поэтому в отличие от зарубежных предприятий, на которых в прямом газе содержание сероводорода находится в пределах  $8-15 \text{ г/м}^3$ , на заводах России (в том числе и на ОАО «Алтай-Кокс») нет необходимости сооружать установки сероочистки газа.

Коренные изменения технологии улавливания химических продуктов коксования на зарубежных предприятиях произошли в связи с появлением на рынке избытка сульфата аммония, снижением его цены и повышением цены на серную кислоту, ужесточением экологических требований и повышением требований к условиям труда.

Появление на рынке комплексных удобрений, содержащих сбалансированное соотношение питательных веществ (азот, калий, фосфор), имеющих гранулированную или крупнокристаллическую товарную форму, дополнительно усложнило сбыт мелкокристаллического слеживающегося сульфата аммония коксохимического производства. В связи с увеличением производства капролактама в Японии в 70-х годах выработка сульфата аммония на коксохимических производствах снизилась с 475 тыс. т/год (в 1971 году) до 160 тыс. т/год (в 1978 году), при сохранении количества получаемого кокса. В этот период на многих предприятиях Японии сульфатные отделения были заменены технологией улавливания аммиака из коксового газа водой с уничтожением аммиака и технологией улавливания аммиака круговым фосфатным способом с получением жидкого технического аммиака (процесс ФОСАМ). Общее производство сульфата аммония в Японии снизилось с 1971 по 1978 год с 2180 до 1760 тыс. т/год. При этом около 1600 тыс. т/год сульфата аммония получено как отход производства капролактама. Внутреннее потребление снизилось до 885 тыс.т в 1978 году, избыток продавался на экспорт.

В 80-х – 90-х годах замена сульфатных отделений на технологии очистки коксового газа без получения сульфата аммония продолжалась, и общее производство сульфата аммония снизилось в связи с имеющимися проблемами сбыта продукции.

К началу 80-х годов на рынке США отмечают до 650 тыс. т/год избытка сульфата аммония, что также привело к замене сульфатных отделений технологиями улавливания аммиака водой с уничтожением аммиака и технологией улавливания аммиака по способу ФОСАМ с получением жидкого технического аммиака. В последующие годы снижалось производство кокса на предприятиях США, что привело к пропорциональному снижению производства сульфата аммония в коксохимическом производстве и уменьшению избытка этого продукта.

Избыток сульфата аммония на внутреннем рынке ФРГ появился во второй половине 60-х годов и составлял 480-960 тыс. т/год фактического веса. В последующее десятилетие сбыт на экспорт осуществляется с затруднениями, и это привело к замене на многих производствах сульфатных отделений технологией очистки коксового газа с уничтожением аммиака.

Со второй половины 80-х годов наблюдается ускоренное развитие промышленности азотных удобрений в развивающихся странах Азии и Африки на сырьевой базе добываемого в этих странах природного газа. В этих условиях низкосортный сульфат аммония на рынке вытесняется более качественным карбамидом. В середине 80-х годов мировое производство дешевого крупнокристаллического не слеживающегося сульфата аммония как отхода в технологии получения капролактама в общем его производстве превысило 6000 тыс.т/год. В связи с проблемами его сбыта фирмы-разработчики технологии капролактама ищут новые процессы, в которых снижается количество образующегося сульфата аммония. Кроме того, с вводом новых мощностей производства высококачественных азотных удобрений появились затруднения в сбыте сульфата аммония на некоторых предприятиях Китая, в Алжире, Иране, Турции, Индии. При проведении тендеров по реконструкции коксохимических предприятий в этих странах заказчики предлагают исключить из структуры коксохимических производств сульфатные отделения и заменить их очисткой коксового газа с уничтожением аммиака или получением жидкого технического аммиака.

В 1999 году КНР полностью обеспечило внутренний рынок азотными удобрениями. По материалам торгпредства России выпуск азотных туков в КНР на 1999 год оценивался примерно в 23,5 млн.т. Имеется информация о модернизации коксохимических производств в КНР с применением новых технологий без получения сульфата аммония.

В конце 80-х годов в структуре производства азотных удобрений в России доля сульфата аммония снизилась до 2-3 % и этот продукт в балансе удобрений утратил свое значение. С восстановлением производства аммиачной селитры, карбамида, сложных гранулированных удобрений на имеющихся мощностях химических предприятиях РФ на внутреннем рынке сохраняется избыток сульфата аммония. Положение ухудшится с восстановлением мощностей производства капролактама в России, где в качестве отхода неизбежно получение крупнокристаллического, не слеживающегося сульфата аммония в количествах, превышающих получение низкокачественного продукта в сульфатных отделениях коксохимических производств.

Не менее важной причиной необходимости модернизации технологии обработки коксового газа без получения сульфата аммония является не отвечающий современным требованиям технический уровень сульфатных отделений и высокий уровень воздействия на окружающую среду.

Так, в действующем цехе улавливания аммиака загрязнение атмосферы происходит через воздушники емкостей надсмольной воды, смолы, неплотности мехосветлителей при выгрузке и накоплении фусов, воздушники емкостей в цикле конечного охлаждения газа, открытые поверхности кастрюль и отстойников сульфатного отделения. Наиболее опасным по требованиям промышленной безопасности является склад серной кислоты, что требует декларирования предприятия по требованиям промбезопасности. В технологии сульфатного

отделения опасным является разрушение изношенных деталей сатураторов и газопроводов с выбросом в атмосферу и возможным возгоранием коксового газа.

ГУП «ВУХИН» разработал для ОАО «Алтай-кокс» вариант технологического процесса очистки коксового газа от аммиака водой со сжиганием аммиака из пароаммиачной смеси и утилизацией тепла продуктов горения в котле-утилизаторе с получением пара среднего давления.

Очистка газа по разработанной технологии проводится в непрерывном процессе, герметичном технологическом оборудовании. Загрязненный воздух из воздушников резервуаров, смотровых фонарей конденсаторов собирается в коллектор и отсасывается в газопровод прямого газа перед первичными газовыми холодильниками. Установки термического разрушения – сжигания аммиака работают в регулируемом режиме термического разрушения аммиака на азот и водород с последующим дожигом водорода при температуре 1100 °С, что исключает повышение образования оксидов азота. По сравнению с действующим сульфатным отделением в новой технологии исключены загрязнения атмосферы специфичными для коксохимической промышленности вредными веществами (аммиак, сероводород, цианистый водород, пиридиновые основания, ароматические углеводороды). Технология очистки коксового газа со сжиганием является безотходной: исключается образование кислой смолки и шлама. Исключается потребление серной кислоты, рынок которой в перспективе может складываться с дефицитом, ликвидируется склад серной кислоты, производство становится более безопасным. Исключается производство сульфата аммония, имеющего неустойчивый сбыт как на внутреннем, так и на внешнем рынке. Непрерывность технологического процесса позволяет внедрить автоматизированную систему управления и исключает применение тяжелого и неквалифицированного труда. Обслуживающий персонал работает в условиях соблюдения перспективных санитарно-гигиенических требований.

## ВЛИЯНИЕ ТЭЦ НА КАЧЕСТВО ВОЗДУХА ГОРОДА. СНИЖЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ БАРНАУЛЬСКОЙ ТЭЦ-2

Харин Д.М. – студент, Андреева Н.Г. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Существует образное выражение, что мы живем в эпоху трех «Э»: экономика, энергетика, экология.

Энергетика – это та отрасль производства, которая развивается невиданно быстрыми темпами. Если численность населения в условиях современного демографического взрыва удваивается за 40-50 лет, то в производстве и потреблении энергии это происходит через каждые 12-15 лет. Энергетика является основой промышленности всего мирового хозяйства.

Влияние энергетики на экологию Земли носит глобальный характер, достаточно разнообразно и определяется видом энергоресурсов и типом энергоустановок. Приблизительно 1/4 всех потребляемых энергоресурсов приходится на долю электроэнергетики. Остальные 3/4 приходятся на промышленное и бытовое тепло, на транспорт, металлургические и химические процессы. Ежегодное потребление энергии в мире приближается к 10 млрд. т условного топлива.

За счет сжигания топлива (включая дрова и другие биоресурсы) в настоящее время производится около 90 % энергии.

Теплоэнергетика использует в основном твердое топливо. Самое распространенное твердое топливо нашей планеты – уголь.

И с экологической и с экономической точки зрения метод прямого сжигания угля для получения электроэнергии не лучший способ его использования. Сжигание топлива - не только основной источник энергии, но и важнейший поставщик в среду загрязняющих веществ.

Тепловые электростанции вместе с транспортом, поставляют в атмосферу основную долю техногенного углерода (в основном в виде  $\text{CO}_2$ ), около 50 % диоксида серы, 35 % - оксидов азота и около 35 % пыли. Количество метана увеличивается ежегодно на 1 %, углекислого газа - на 0,4 %, закиси азота - на 0,2 %. Имеются данные, что тепловые электростанции в 2-4 раза сильнее загрязняют среду радиоактивными веществами, чем АЭС такой же мощности.

Серьезные экологические проблемы связаны с твердыми отходами ТЭС - золой и шлаками. Хотя зола в основной массе улавливается различными фильтрами, все же в атмосферу в виде выбросов ТЭС ежегодно поступает около 250 млн. т мелкодисперсных аэрозолей, которые способны заметно изменять баланс солнечной радиации у земной поверхности. Они же являются ядрами конденсации для паров воды и формирования осадков; а попадая в органы дыхания человека и других организмов, вызывают различные респираторные заболевания.

Все выше сказанное характерно и для топливно-энергетического комплекса города Барнаула.

В настоящее время наблюдения за качеством атмосферного воздуха в г. Барнауле проводятся на 5 стационарных постах за 9 примесями (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, диоксид и оксид азота, сероводород, сажа, фенол, формальдегид) кроме того определяется содержание бенз(а)пирена и тяжелых металлов.

В 2010 г. уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Барнаула был оценен как очень высокий и город включен в «черный» список наиболее загрязненных городов России.

По данным Государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды в Алтайском крае в 2010 году» (Барнаул, 2011.–175 с.) в 2010 г. из всех определяемых примесей в большей степени воздух города был загрязнен взвешенными веществами (1,2-1,4 ПДК), сажой (0,7-4,8 ПДК) формальдегидом (3,7 ПДК) и бенз(а)пиреном (в 3,3 – 8,6 раза выше стандарта ВОЗ), оксидом углерода (1,8 ПДК), фенолом (1,9 ПДК). Количество загрязняющих веществ, выброшенных в 2010 году в атмосферный воздух, на каждого жителя Алтайского края составило более 2,5 тонны.

Основными источниками загрязнения воздуха города являются предприятия теплоэнергетики.

ТЭЦ-2 работает на каменном угле, мазуте и природном газе. За год сжигается в среднем 1870,342 тыс. тонн угля, 5,714 тонн мазута и 21,848 тыс. м<sup>3</sup> газа.

Золоуловители - скруббера ВТИ с горизонтальными «трубами Вентури». Проектная эффективность ЗУУ составляет 96 %, фактическая не превышает 91-92 %.

Важной проблемой современных предприятий топливно-энергетического комплекса является снижение отрицательного воздействия предприятий энергетики на окружающую среду, разработка ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий.

В настоящее время на Барнаульской ТЭЦ-2 стоит вопрос о сокращении выбросов в атмосферу золы. Значительное сокращение выбросов может быть достигнуто путём реконструкции системы очистки дымовых газов. Наиболее целесообразным для очистки очень больших объемов газов, характерных для энергетики является использование электрофильтров.

Установка электрофильтров взамен существующих на БТЭЦ-2 мокрых золоулавливающих установок может существенно снизить негативное влияние на окружающую среду, а также позволит снизить плату за выбросы в атмосферу. При реализации данных мероприятий достигаются экологический и экономический эффекты.

В электрофильтрах очистка газов от пыли происходит под действием электрических сил. В процессе ионизации молекул газов электрическим разрядом происходит заряд содержащихся в них частиц (коронирующий электрод). Ионы адсорбируются на поверхности пылинок, а затем под действием электрического поля перемещаются к осадительным электродам и осаждаются на них. Зарядка частиц в поле коронного разряда происходит по двум механизмам: воздействием электрического поля (частицы бомбардируются ионами,

движущимися в направлении силовых линий поля) и диффузией ионов. Первый механизм преобладает при размерах частиц более 0,5 мкм, второй — менее 0,2 мкм. Для частиц диаметром 0,2—0,5 мкм эффективны оба механизма. Максимальная величина заряда частиц размером более 0,5 мкм пропорциональна квадрату диаметра частиц, а частиц размером меньше 0,2 мкм — диаметру частицы.

Таким образом, электроочистка включает процессы образования ионов, зарядки пылевых частиц, транспортирования их к осадительным электродам, периодическое разрушение слоя накопившейся на электродах пыли и сброс ее в пылесборные бункеры.

Использованием электрофильтров степень очистки может быть повышена с 91-92 % до 98 %.

Кроме того, замена «мокрого» способа очистки на «сухой» позволит использовать уловленную в электрофильтрах мелкодисперсную фракцию золы в строительной индустрии. Реализация золы снизит экономические затраты на очистные мероприятия.

## РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕЙ ТЕХНОЛОГИИ УДАЛЕНИЯ ВЛАГИ ИЗ ВОЛОКНИСТЫХ МАТЕРИАЛОВ

Сенькив Я.Б.- аспирант, Сошилов В.А. – студент, Лебедев И.А. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И.Ползунова

На кафедре Химической техники и инженерной экологии АлтГТУ была разработана технология получения фильтровально-сорбционного материала на основе базальтовых волокон и бентонитовых глин. Данный материал представляет собой альтернативу существующим ионитам и активным углям, применяемым для очистки сточных вод металлургической, машиностроительной, нефтехимической и химической отраслей промышленности [1].

В результате освоения данной технологии была собрана пилотная установка по получению материала на основе базальтовых волокон и бентонитовых глин. Условно производство данного материала можно разбить на три стадии: 1) стадия приготовления базальтового волокна и бентонитовой глины; 2) стадия формирования однородной пульпообразной суспензии; 3) стадия сушки данной массы. При эксплуатации установки был выявлен ряд лимитирующих стадий производства, основной из которых является высушивание материала, поскольку она самая энергозатратная и продолжительная стадия.

Для высушивания материалов в промышленности используются различные виды сушки: конвективная, контактная, сушка топочными газами, радиационная (инфракрасная), диэлектрическая, сублимационная. В пилотной установке были применены инфракрасные излучатели из-за высокой эффективности, малого энергопотребления, компактности и относительной дешевизны оборудования [2].

С целью снижения электропотребления на стадии сушки нами было принято решение разработать эффективную технологию первичного удаления свободной влаги механическим способом. При механическом удалении влага отжимается в прессах, под действием центробежных сил в центрифугах, под вакуумом или под давлением. Механическим способом можно удалить только часть свободной влаги, находящейся в материале, дальше, как правило, используется сушка [3]. Для механического отжима нами был собран опытный узел с применением валкового механизма для отжима сорбента на основе базальтового волокна и бентонитовой глины.

Для сравнительной оценки энергопотребления сушильной камеры до и после внедрения узла обезвоживания валкового типа был поставлен эксперимент по сушке сорбента.

Эксперимент проводился на модельных образцах полученных следующим образом: базальтовое волокно массой 5 г, бентонитовая глина – 2 г и модифицирующие агенты – менее 1 г смешивались в объеме воды 1 литр. После чего один образец с влагосодержанием  $W=25$  г. влаги/г. с. м. и относительной влажностью  $\omega=97\%$  поступал сразу в сушильную камеру, оснащенную инфракрасными излучателями. Другой образец, приготовленный таким

же образом, перед сушилкой, проходил через обезвоживающее устройство валкового типа и выходил с влагосодержанием  $W=11$  г. влаги/г. с. м и относительной влажностью  $\omega=92\%$ . Процесс сушки проходил при температуре  $t=150^{\circ}\text{C}$ .

В результате обработки полученных экспериментальных данных была построена зависимость изменения относительной влажности материала  $\omega$  от времени сушки  $t$ , представленная на рисунке 1. Как видно из графиков, время сушки материала глины при прохождении его через отжимное устройство сократилось приблизительно в два раза. При этом энергопотребление сушильной установки сократилось с 13 кВт/кг до 6 кВт/кг.

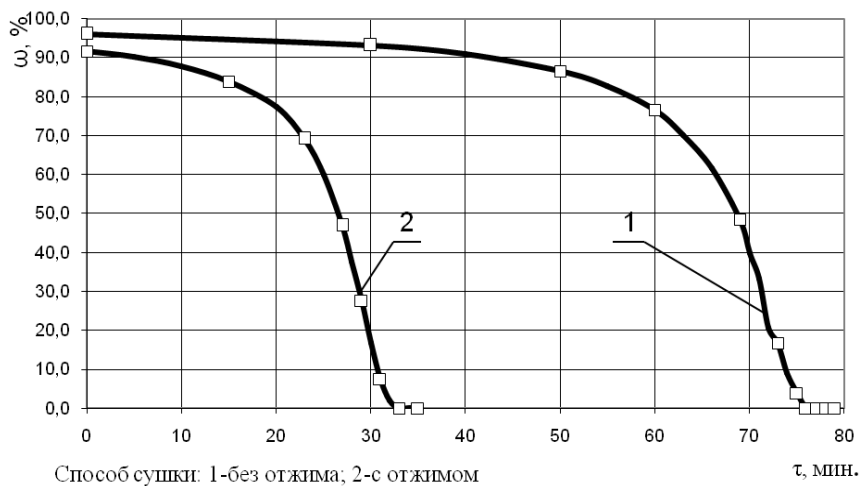


Рисунок 1 - Зависимость относительной влажности материала  $\omega$  от времени

Основываясь на полученных результатах можно сделать вывод, что при сушке сорбента на основе базальтовых волокон и бентонитовых глин с использованием отжимного устройства в виде валкового механизма позволит существенно сократить время пребывания сорбента в сушильной камере.

#### Список использованных источников:

1. Кондратюк Е.В. Совершенствование методов водоподготовки и очистки загрязненных вод на предприятиях машиностроения и теплоэнергетики с использованием модифицированных природных материалов: автореф. дис. ... канд. техн. наук / Е.В. Кондратюк: - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2008. – 20 с.
2. Инфракрасная сушка и нагрев. Физические основы. [Электронный ресурс]: статья / М: – электронная статья – АТМИКА, 2012 г. – Режим доступа: <http://www.atmika.ru/obogud.html> Заглавие с экрана.
3. Муштаев В.И. Сушка дисперсных материалов / В.И. Муштаев. – М. Химия, 1988. - 352 с.

### ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ИОНОВ ЖЕСТКОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ БЕНТОНИТА

Бетц С.А. – студент, Куртукова Л.В. – аспирант, Сомин В.А. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Водоснабжение является одним из важнейших элементов обеспечения населения и производства качественной водой в достаточном количестве, что имеет важное социальное и санитарно-гигиеническое значение.

Одним из показателей, определяющих качество воды, является наличие соединений жесткости. Ионы кальция и магния поступают в воду в результате процессов выщелачивания и химического выветривания горных пород. Источником этих ионов могут служить также микробиологические процессы, протекающие в почвах на площади водосбора, в донных отложениях, а также сточные воды различных предприятий.

Потребление воды с повышенным содержанием солей жесткости в технологических целях приводит к выходу из строя оборудования из-за образования накипи, а потребление такой воды в питьевых целях может привести к хроническим заболеваниям. Выбор метода умягчения осуществляется исходя из требуемой степени умягчения, качества исходной воды, экономических соображений. Наиболее часто используемым методом удаления соединений жесткости является ионный обмен. Однако, применяемые при этом материалы (катиониты) являются дорогостоящими, что зачастую ограничивает их применение. Поэтому актуальным является поиск недорогих и высокоэффективных материалов для умягчения воды.

В настоящее время широко используются природные минералы: вермикулит, перлит, шунгит, цеолиты, а также бентониты. Последние являются широко распространенными, а значит недорогими, и поэтому их использование экономически целесообразно. В этой связи получение новых сорбционных материалов на основе бентонитовой глины для очистки природных вод от ионов жесткости и изучение их свойств является перспективным направлением водоподготовки.

Нами проводились исследования по умягчению вод с использованием бентонита Милоского месторождения, с целью увеличения сорбционной емкости был подвергнут содовой активации. Как показали ранее проведенные исследования, активация по содовому типу наиболее эффективна в данных условиях для всех типов бентонитов [1].

На рисунке 1 представлены сорбционные кривые исследуемого бентонита до и после активации.

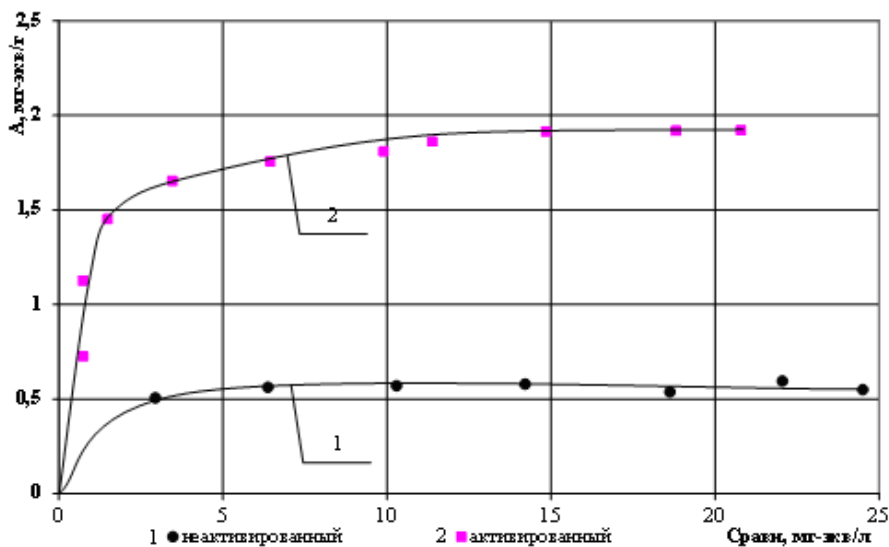


Рисунок 1 - Сорбционная емкость бентонита по ионам жесткости

Как видно из представленного графика, активация позволяет увеличить значение сорбционной емкости до 3-х раз. При этом по виду кривых можно предположить, что сорбция протекает в монослое.

Поскольку использование бентонита непосредственно в качестве загрузки затруднено высоким гидравлическим сопротивлением, было решено закрепить его путем смешения с парафином. В результате был создан новый композиционный материал. Для полученного сорбента были определены сорбционные характеристики по ионам жесткости в статических условиях. Также была определена статическая сорбционная способность широко применяемой для водоподготовки ионообменной смолы «Леватит». Результаты эксперимента представлены на рисунке 2.

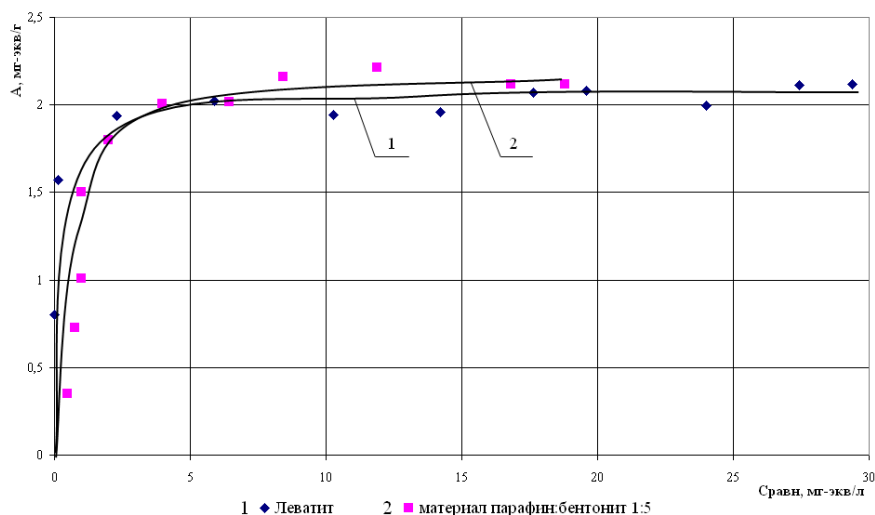


Рисунок 1 – Зависимость сорбционной емкости (А) материалов от равновесной концентрации (Сравн) ионов жесткости

Как видно из рисунка, ход кривых аналогичен. При этом сорбционная емкость для обоих материалов сопоставима и достигает максимального значения для смолы «Леватит» 2,0 мг-экв/г, а для материала на основе бентонита – 2,2 мг-экв/г. Следовательно, можно сделать вывод о том, что полученный материал на основе бентонитовой глины и парафина может быть использован для умягчения воды.

**Список использованных источников:**

1. Л.В. Куртукова, В.А. Сомин, Л.Ф. Комарова, А.А. Боценко Исследования по умягчению природных вод с использованием новых минеральных сорбентов. Ползуновский вестник №4-2, изд-во ОАО «Алтайский дом печати», 2011. – С. 150-152.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ АЛЕЙСКОГО РАЙОНА**

Носонова А.Н. – студент, Бельдеева Л.Н. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Отходы, образующиеся в муниципальных образованиях, должны быть утилизированы безопасным для населения и окружающей среды способом [1]. В настоящее время основным способом утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) является их захоронение, что, как правило, приводит к значительному загрязнению территории.

Целью настоящей работы является разработка предложений по организации захоронения отходов производства и потребления на территории Алейского района Алтайского края, обеспечивающих минимизацию их негативного воздействия.

Постепенный переход от полигонного захоронения к промышленной переработке является основной тенденцией решения проблемы ТБО в мировой практике. Важнейшим преимуществом использования отходов в качестве вторичного сырья являются экономия ресурсов и уменьшение негативных эффектов, связанных с использованием первичного сырья (загрязнения окружающей среды, потребления энергии и т. д.). В настоящее время разработаны способы переработки практически всех компонентов ТБО, однако это не всегда целесообразно как с экономической, так и с экологической точки зрения.

ТБО по своему составу фактически могут быть разделены на 3 категории, каждой из которых соответствуют свои методы переработки и утилизации:

- вторичное сырье;
- биоразлагаемые отходы;
- неперерабатываемые отходы («хвосты»). [2]



Доля вторичного сырья в составе ТБО составляет 35-40%. Такие отходы могут быть переработаны в полезную продукцию с получением прибыли.

Переработка биологически разлагаемых отходов позволяет значительно снизить количество захораниваемых отходов, существенно сократив негативное воздействие на окружающую среду. Биоразлагаемые отходы могут быть переработаны в полезную продукцию, но прибыль от ее реализации не может компенсировать затраты на переработку. Доля биоразлагаемых отходов в потоке ТБО - порядка 35%.

Неперерабатываемые отходы («хвосты») в настоящее время либо не могут быть переработаны в полезную продукцию, либо затраты на такую переработку слишком велики. Такие отходы составляют 20-30% от общего потока ТБО.

Захоронение отходов должно происходить на специально организованных полигонах, которые представляют собой комплекс природоохранных сооружений, предназначенных для складирования, изоляции и обезвреживания отходов. Они должны обеспечивать защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод и гарантировать санитарно-эпидемиологическую безопасность населения.

В настоящее время метод полигонного захоронения применяется ко всей массе отходов, что вызвано, в частности, наименьшими прямыми затратами. Однако, в расчетах обычно не учитываются затраты, связанные с обслуживанием полигона, выводом его из эксплуатации и компенсация ущерба для окружающей среды. Кроме того, безвозвратно теряются природные ресурсы и прибыль, которую может дать правильно налаженная переработка ТБО.

Общей проблемой для муниципальных образований края остается несанкционированное размещение отходов. Планово проводимая работа по выявлению несанкционированных свалок и привлечению виновных лиц к административной ответственности способствует улучшению положения дел в данной сфере, но не меняет положения в целом. Анализ текущей ситуации показал, что в настоящее время в Алейском районе функционирует 25 объектов размещения отходов (ОРО). Из них 17 расположены на землях населенных пунктов, 8 – на землях сельскохозяйственного назначения. Отвод земельных участков под 10 ОРО осуществлялся на основе постановлений администрации. Кадастровые паспорта оформлены на 3 объекта. Системы защиты окружающей среды представлены, в основном, обваловкой и ограждением. На 3 объектах системы защиты окружающей среды отсутствуют. Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды на территориях объектов размещения отходов не проводится.

На основе исходных данных, подготовленных администрацией района, проведен расчет количества образующихся отходов, разработаны технические решения по организации сбора, временного хранения (накопления) отходов в местах их образования. Разработан проект полигона для захоронения не утилизируемой части потока отходов, обеспечивающий статическую устойчивость ТБО с учетом динамики уплотнения, минерализации, газовыделения, максимальной нагрузки на единицу площади, возможности последующего рационального использования участка после закрытия полигона.

Определены основные технико-экономические показатели бизнес-плана, которые подтверждают экономическую эффективность предлагаемых решений.

#### **Список использованных источников:**

1. Федеральный закон от 24 июня 1998 года №89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».
2. И.В. Бабанин. Мусорная революция // Твердые бытовые отходы. 2009. № 3. С. 56-60.
3. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов» АКХ им. Памфилова, М., 1997.

## ПРОВЕДЕНИЕ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ ООО «АЛТАЙСИБПРОМ»

Михалёва Н.В. – студент, Лазуткина Ю.С. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Безопасное обращение с отходами относится к важным экологическим проблемам. Отходы производства и потребления представляют собой источник загрязнения окружающей среды, способствуя распространению опасных веществ, отрицательно влияющих на здоровье населения.

Проблема отходов не решается только созданием малоотходных технологий, так как кроме технологических, она имеет экономические, социальные и организационные аспекты, которые должны рассматриваться в комплексе. Необходимо сочетание гибкости рыночной экономики, способной на быструю сырьевую переориентацию, с дальновидной государственной поддержкой, стимулирующей использование отходов и уменьшение их негативного воздействия на окружающую среду.

Для комплексной оценки воздействия отходов на окружающую среду, необходимо провести инвентаризацию отходов производства и потребления, которая заключается в выявлении источников образования отходов, определении мест и условий сбора, временного хранения и накопления, использования, обезвреживания отходов. Инвентаризация источников образования отходов проводится по каждому подразделению предприятия отдельно.

Результаты инвентаризации необходимы для дальнейшего определения способов сбора отходов, мест их сбора и размещения. Анализ качественного состава отходов позволяет определить способ утилизации.

Основным видом деятельности ООО «АлтайСибПром» является заготовка, переработка и реализация лома и отходов цветных металлов, сбор и реализация аккумуляторов свинцовых отработанных не разобранных со слитым электролитом.

Лом и отходы цветных металлов закупаются у юридических и физических лиц.

В состав предприятия входят следующие участки, где образуются отходы:

- контора;
- весовая;
- стояночные боксы;
- площадка сортировки и складирования лома и отходов цветных металлов;
- железнодорожный тупик;
- площадка сортировки и временного складирования аккумуляторов свинцовых отработанных не разобранных со слитым электролитом.

На балансе предприятия находится 2 грузовых автомобиля, при эксплуатации и ремонте которых образуются отходы автотранспорта.

В административных помещениях предприятия установлена офисная техника - компьютеры (3 шт.), принтер и ксерокс. Годовой расход бумаги составляет 50 пачек/год.

Для освещения помещений на предприятии используются лампы накаливания и люминесцентные лампы ЛБ-40 – 4 шт, ЛБ-20 – 16 шт.

На предприятии работают 11 человек.

В результате основной и вспомогательной деятельности ООО «АлтайСибПром» образуются отходы, перечень которых приведен в таблице 1. Для образующихся отходов определены класс опасности и опасные свойства.

Таблица 1 – Перечень отходов, образующихся на ООО «АлтайСибПром»

Вид отхода (согласно ФККО)	Класс опасности	Опасные свойства
Ртутные лампы, люминесцентные ртутьсодержащие трубки отработанные и брак	1	Токсичность
Аккумуляторы свинцовые отработанные не поврежденные, с не слитым электролитом	2	Токсичность
Аккумуляторы свинцовые отработанные не разобранные, со слитым электролитом	3	Токсичность
Масла моторные отработанные	3	Пожароопасность
Масла трансмиссионные отработанные	3	Пожароопасность
Масла гидравлические отработанные, не содержащие галогены	3	Пожароопасность
Автомобильные масляные фильтры отработанные, не разобранные	3	Токсичность, пожароопасность
Обтирочный материал, загрязненный маслами (содержание масел менее 15 %)	4	Пожароопасность
Шины пневматические отработанные	4	Данные не установлены
Смёт с территории организаций, не вошедший в другие позиции	4	Данные не установлены
Мусор от бытовых помещений организаций несортированный (исключая крупногабаритный)	4	Данные не установлены
Твёрдые коммунальные отходы (Производственный мусор)	4	Данные не установлены
Мусор от ремонтных и строительных работ	4	Токсичность
Лом и отходы цветных металлов	4	Данные не установлены
Лом и отходы, содержащие цветные металлы	4	Данные не установлены
Клавиатура, манипулятор «мышь», соединительные провода	4	Токсичность
Картриджи отработанные	4	Токсичность
Лом черных металлов несортированный	5	Опасные свойства отсутствуют
Отходы бумаги и картона от канцелярской деятельности и делопроизводства	5	Данные не установлены

Проведенная инвентаризация является основой для разработки мероприятий по дальнейшему обращению с отходами, а также для разработки проекта нормативов образования отходов и лимитов на их размещение.

## ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ИОНОВ НИКЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Озерская А.С. - студент, А.А. Фогель – аспирант, Сомин В.А. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Водные ресурсы Алтайского края представлены поверхностными и подземными водами. Неравномерное распределение водных ресурсов по территории края и их интенсивное использование создают проблемы водообеспечения, что усугубляется загрязнением и нерациональным их использованием. Основными источниками загрязнения поверхностных водных объектов являются сточные воды, поступающие в реки через выпуски промышленных и коммунальных предприятий. Около трети промышленно-ливневых сточных вод предприятий края сбрасывается в водоемы без достаточной очистки и использования в системах оборотного водоснабжения.

Одними из крупных потребителей воды являются предприятия машиностроительного комплекса, в частности производства по нанесению гальванических покрытий. Стоки таких предприятий содержат большое количество соединений тяжелых металлов (медь, цинк, никель, хром и т.д.), которые способны накапливаться в живых организмах и оказывать токсическое воздействие на них.

Решение этой проблемы может быть найдено в создании замкнутых систем оборотного водоснабжения, которые способствуют уменьшению объемов водопотребления и водоотведения. Создание таких технологий основано на использовании сорбционных методов, позволяющих возвращать в технологический цикл очищенную воду. Но эти методы весьма дорогостоящи из-за дороговизны сорбентов, поэтому существенный интерес для развития сорбционных методов представляет поиск наиболее дешевых сорбционных материалов. Нами предложено использовать в качестве сорбента новый материал на основе бентонитовых глин, которые являются природными минеральными сорбентами и обладают выраженными ионообменными и сорбционными свойствами.

Для предотвращения уноса частиц бентонита при фильтровании его решено было нанести в виде тонкого слоя на подготовленный каркас, в качестве которого предложено использовать дешевые и доступные отходы деревообработки – древесные опилки, которые предварительно подвергались обработке 0,5 н раствором соляной кислоты.

Для определения сорбционной емкости материалов в статических условиях были наведены модельные растворы с содержанием ионов никеля от 10 мг/л до 1200 мг/л. В каждый раствор добавлялось по 1 г сорбента, затем содержимое колб непрерывно перемешивалось в течение нескольких часов, после чего производилось отстаивание суспензии в течение 10 часов и анализ осветленного раствора на ионы меди фотоколориметрическим методом.

Результаты исследований по изучению сорбционной емкости полученного материала по отношению к ионам никеля представлены на рисунке 1.

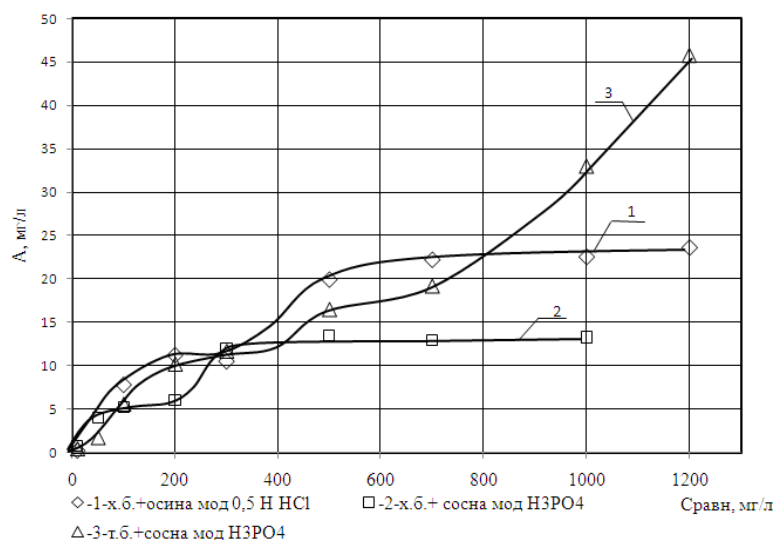


Рисунок 1 – Зависимость сорбционной емкости (А) модифицированных материалов от равновесной концентрации (Сравн) ионов никеля в растворе

Из рисунка видно, что наибольшей сорбционной емкостью обладает сорбент на основе сосновых опилок, модифицированных 0,5 н соляной кислотой (45 мг/л).

Также нами были проведены эксперименты по определению динамической емкости сорбентов при воды от ионов никеля (II). Для этого были приготовлены растворы сульфата никеля с концентрацией 10 мг/л. В качестве загрузки использовался материал с активированной бентонитовой глиной Хакасского месторождения и сосновыми опилками, модифицированными 0,5 н раствором соляной кислоты, а также сосновые опилки, модифицированные 0,5 н раствором соляной кислоты.

Результаты экспериментов приведены на рисунке 2.

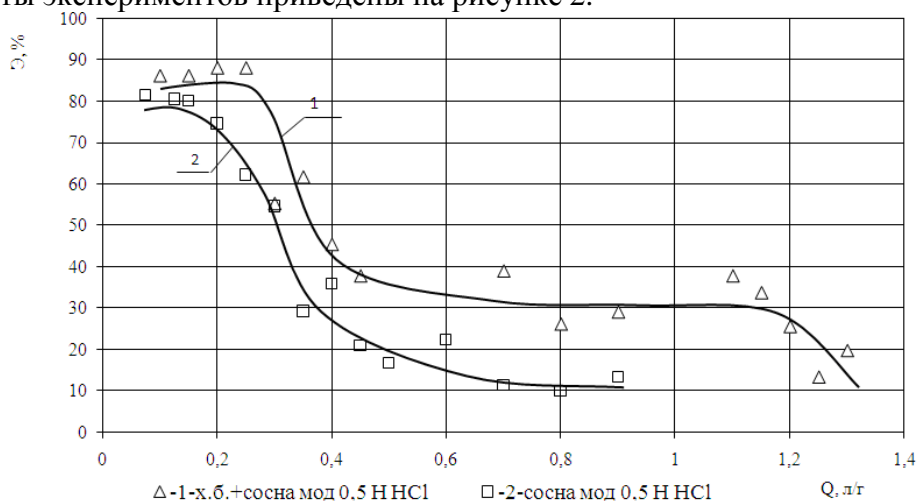


Рисунок 2 – Зависимость эффективности извлечения (Э) ионов никеля от удельного объема (Q) раствора концентрации 10 мг/л на материале из модифицированных сосновых опилок 0,5 Н раствором соляной кислоты

Проведенные исследования показали, что максимальный эффект очистки на материале достигает 86 % при пропускании первых порций раствора, затем он начинает постепенно снижаться. При достижении 1,25 л/г пропущенного раствора эффект очистки составляет 13 %. Максимальный эффект очистки модифицированных опилок без нанесения бентонитовых глин составляет 81 % и снижается до 11% при удельном объеме фильтрата 0,8 л/г. Таким образом, можно сделать вывод о том, что материал на основе опилок и бентонита является эффективным сорбентом для очистки воды от ионов никеля.

## СОСТАВ И СВОЙСТВА РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ

Берестенников Д.А. – студент, Вторушина О.О. – студент, Лебедев И.А. – к.т.н. доцент,  
Богаев А.В. - аспирант  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Качество резинотехнической продукции определяется составом ингредиентов, способом их первичной обработки и технологическими параметрами приготовления резиновой смеси.

В связи с этим целью работы является сбор обзорной информации о свойствах основных компонентов резиновой смеси.

Основой резины (резиновой смеси) служит каучук натуральный или синтетический, который определяет основные свойства резинового материала. Для улучшения физико-механических свойств каучуков вводятся различные добавки (ингредиенты).

В качестве основных ингредиентов резиновых смесей можно выделить следующие:

- вулканизирующие вещества (агенты) участвуют в образовании пространственно-сеточной структуры вулканизата (сера, селен, перекиси, тиурам);
- ускорители процесса вулканизации (полисульфиды, оксиды свинца, магния и другие).
- противостарители (антиоксиданты) замедляют процесс старения резины, который ведет к ухудшению ее эксплуатационных свойств (альдоль, неозон Д, парафин, воск);
- мягчители (пластификаторы) облегчают переработку резиновой смеси, увеличивают эластические свойства каучука, повышают морозостойкость резины (парафин, вазелин, стеариновая кислота, битумы, дибутилфталат, растительные масла).
- наполнители, по воздействию на каучук их подразделяют на активные (усиливающие) и неактивные (инертные). Активные наполнители (углеродистая сажа и белая сажа – кремнекислота, оксид цинка и др.) повышают механические свойства резин: прочность, сопротивление истиранию, твердость. Неактивные наполнители (мел, тальк, барит, регенерат) вводятся для удешевления стоимости резины;
- красители: минеральные или органические. Вводят для окраски резин. Некоторые красящие вещества (белые, желтые, зеленые) поглощают коротковолновую часть солнечного спектра и этим защищают резину от светового старения [1].

Различают деформационно-прочностные, фрикционные и другие специфические свойства каучуков и резин.

К основным деформационно-прочностным свойствам относятся: пластические и эластические свойства, прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве, остаточное удлинение после разрыва, условные напряжения при заданном удлинении, условно-равновесный модуль, модуль эластичности, гистерезисные потери, сопротивление раздиру, твердость.

К фрикционным свойствам резин относится износостойкость, характеризующая сопротивление резин разрушению при трении, а также коэффициент трения.

К специфическим свойствам резин относятся, например, температура хрупкости, морозостойкость, теплостойкость, сопротивление старению.

Очень важным свойством резин является сопротивление старению (сохранение механических свойств) после воздействия света, озона, тепла и других факторов.

Механические свойства резин определяют в статических условиях, т. е. при постоянных нагрузках и деформациях, при относительно небольших скоростях нагружения (например, при испытании на разрыв), а также в динамических условиях, например, при многократных деформациях растяжения, сжатия, изгиба или сдвига. При этом особенно часто резины испытывают на усталостную выносливость и теплообразование при сжатии.

Усталостная выносливость характеризуется числом циклов деформаций, которые выдерживает резина до разрушения. Для сокращения продолжительности определения усталостной выносливости испытания проводят иногда в условиях концентрации напряжений, создаваемых путем дозированного прокола или применения образцов с канавкой.

Теплообразование при многократных деформациях сжатия определяется по изменению температуры образца резины в процессе испытания в заданном режиме (при заданном сжатии и заданной частоте деформаций) [2].

Основным компонентом резинотехнических изделий являются каучуки – натуральные или синтетические материалы, характеризующиеся эластичностью, водонепроницаемостью и электроизоляционными свойствами.

История каучука началась в 1493 - 1496 году, когда Христофор Колумб путешествовал в Америку. Высадившись на о. Гаити, испанцы впервые познакомились с каучуком. Индейцы делали мячи из белого сока растения гевея, растущего на берегах р. Амазонки. Этот сок темнел и затвердевал на воздухе, индейцы его называли «каучу» - слезы млечного дерева.

В Европе каучук нашел применение в 1770 году в школе в виде гуммиэластика (смолы эластичной) для стирания карандашных рисунков. Открытие резины, полученной от нагревания каучука и серы, привело к широкому её применению. Уже в 1919 году было предложено около 40 000 различных изделий из резины.

Основные виды каучука являются натуральный и синтетический. Натуральный каучук – продукт переработки (коагуляции) латекса - вырабатываемого многими растениями (каучуконосами) вещества в виде млечного сока. Его состав: 65-70 % воды, 25-30 % натурального каучука, 1-2 % протеина, 1 % минералов. С одного дерева можно получить от 3-4 до 7,5 кг каучука в год.

Натуральный каучук представляет собой высокомолекулярный неперелый углеводород, является полимером изопрена  $(C_5H_8)_n$  (где величина  $n$  составляет от 1000 до 3000).

К основным физическим и химическим свойствам натурального каучука относятся: эластичность; устойчивость к набуханию и растворению в воде, спирте, ацетоне и ряде других жидкостей; диэлектричность; высокая химическая активность с рядом веществ (кислородом, водородом, галогенами, серой и другими).

В зависимости от температуры натуральный каучук может находиться в трёх физических состояниях: стеклообразном, высокоэластическом и вязкотекучем. При температуре от 0° до 10°С – каучук хрупкий и непрозрачный; при 20°С – мягкий, упругий и полупрозрачный; выше 50°С - становится пластичным и липким; при 80°С каучук теряет эластичность; при 120°С превращается в смолоподобную жидкость, после застывания которой уже невозможно получить первоначальный продукт. Если поднять температуру до 250°С, то каучук разлагается с образованием ряда газообразных и жидких продуктов.

В настоящее время на рынке присутствует большое разнообразие синтетических каучуков по свойствам и характеристикам [3]. В общем случае их можно разделить на два крупных сегмента: каучуки общего назначения и специального назначения. Первые используются в тех изделиях, где важна природа резины и нет особых требований к готовому изделию; вторые имеют более узкую сферу применения и используются для придания резинотехническому изделию заданного свойства, например, износостойкости, маслостойкости, морозостойкости, повышенного сцепления с мокрой дорогой и т.д.

Рассмотрим важные особенности и области применения основных синтетических каучуков:

1. Полиизопреновый используется в основном в шинах и шинных продуктах (66% от всего мирового потребления), прессованных и резинотехнических изделиях, лентах и прокладках, ремнях и резиновых листах, шлангах, герметиках, обуви и спортивных изделиях.

2. Полибутадиеновый -используется для придания резинам хороших показателей гистерезиса и стойкости к истиранию, в легковых и грузовых шинах для улучшения устойчивости к растрескиванию, как модификатор в смесях для улучшения морозостойких свойств, стойкости к тепловому старению, истиранию и растрескиванию.

3. Бутадиен-стирольный отличается повышенной износостойкостью и применяется в производстве автомобильных шин, конвейерных лент, резиновой обуви, герметиков.

4. Бутилкаучук замечателен своей низкой газопроницаемостью, применяется как материал для протекторов шин ввиду его хороших ходовых характеристик, для производства автомобильных камер, покрышек.

5. Этилен-пропиленовый самый легкий, имеет превосходную атмосферо- и озоностойкость, высокую термо-, масло- и износостойкость, а также высокую воздухопроницаемость. Используется для изготовления оболочек проводов, деталей автомобилей, ремней и кабелей, однослойной кровли и в качестве присадки для смазочных масел.

6. Бутадиен-нитрильный каучук общего назначения. Бензо- и маслостойкий, поэтому используется в производстве сальников, рукавов, манжет, пищевых и обувных резин.

7. Хлоропреновый применяется для изготовления резиновых технических изделий, прорезиненных тканей.

8. Кремнийорганический применяется в производстве оболочек проводов и кабелей, трубок для переливания крови, протезов (например, искусственных клапанов сердца) и др. Жидкие кремнийорганические каучуки — герметики.

9. Фторсодержащий имеет повышенную термостойкость, его применяют в автомобильной и авиационной промышленности, для изготовления изоляторов, герметиков.

#### **Список использованных источников**

1. Белозеров Н.В. "Технология резины", М.: "Химия", 1979. – 569 с.

2. Гарифуллин Ф.А., Ибляминов Ф.Ф. "Конструкционные резины и методы определения их механических свойств", Казань, 2000. – 285 с.

3. Аверко - Антонович Л.А. Химия и технология синтетического каучука. – М.: Химия, КолосС, 2008.- 357 с.

### **УМЯГЧЕНИЕ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОРБЦИОННОГО И ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОГО МЕТОДОВ**

Куртукова Л.В. – аспирант, Сомин В.А. к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Водные ресурсы Алтайского края представлены поверхностными и подземными водами, которые неравномерно распределены по территории края. Их интенсивное использование создает проблемы водообеспечения, что усугубляется загрязнением и нерациональным использованием водных источников.

Обеспечение населения Алтайского края качественной питьевой водой является одной из наиболее острых социальных проблем. На территории края имеются значительные запасы подземных вод, однако в ряде районов они характеризуются повышенным содержанием сульфатов, хлоридов, солей жесткости. По данным краевого управления медицинской статистики среди жителей этих районов регистрируется повышенная заболеваемость мочекаменной болезнью [1].

Целью работы являлось получение новых доступных и эффективных сорбционных материалов для умягчения природных вод. В качестве основы для получения сорбентов использовались минеральные базальтовые волокна и бентонитовые глины, отличающиеся невысокой стоимостью и широко применяющиеся в промышленности.

Исследования проводились на бентонитовой глине Милосского месторождения (Греция). Данный бентонит характеризуется высоким содержанием монтмориллонита – более 80 %. Глину предварительно активировали раствором карбоната натрия с целью повышения ее обменной емкости. Высушенный и измельченный бентонит наносили на выщелоченное базальтовое волокно в соотношении 1:3. Затем полученный сорбент подвергали термической обработке. Необходимость нанесения бентонитовой глины на каркас обусловлена высоким гидравлическим сопротивлением глин при прохождении растворов через загрузку, а также высокой степенью уноса бентонита при фильтровании. На



рисунке 1 приведены зависимости обменной емкости исследованных материалов от равновесной концентрации в растворе.

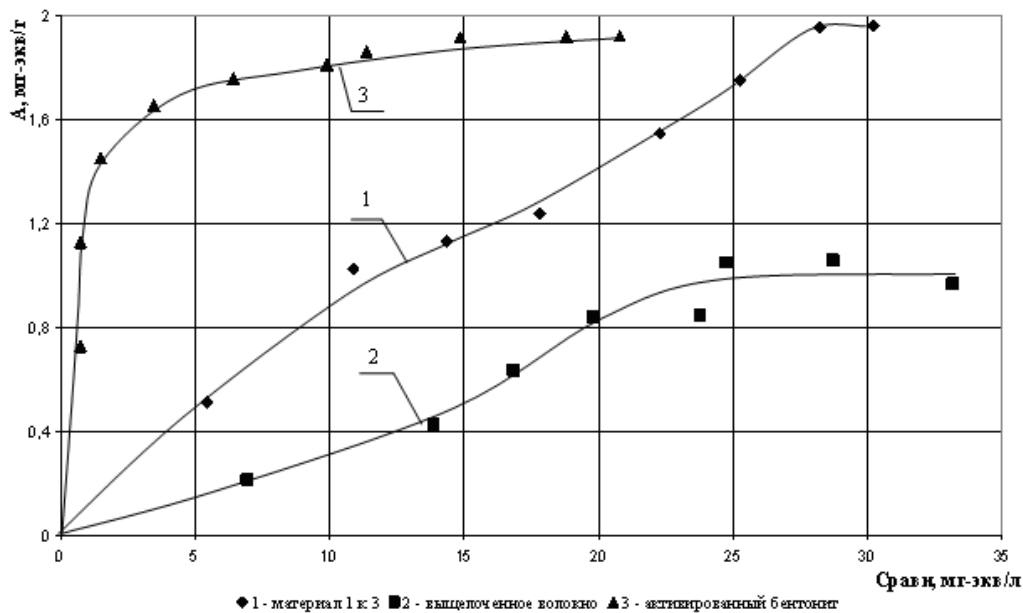


Рисунок 1 – Зависимость статической обменной емкости от равновесной концентрации

Как видно из представленного рисунка, материал на основе выщелоченного базальтового волокна и бентонита имеет емкость, сопоставимую с чистым бентонитом (1,9 мг-экв/г).

Параллельно с изучением сорбционной очистки вод от ионов жесткости проводились исследования по умягчению вод обратнoосмотическим методом. Разделение осуществлялось на мембране фирмы CSM марки RE1810-30, которая представляет собой рулонный элемент с пленочной оболочкой на основе полиамида. На ней получены зависимости эффективности очистки от давления для концентраций 7, 10 и 40 мг-экв/л, которые представлены на рисунке 2.

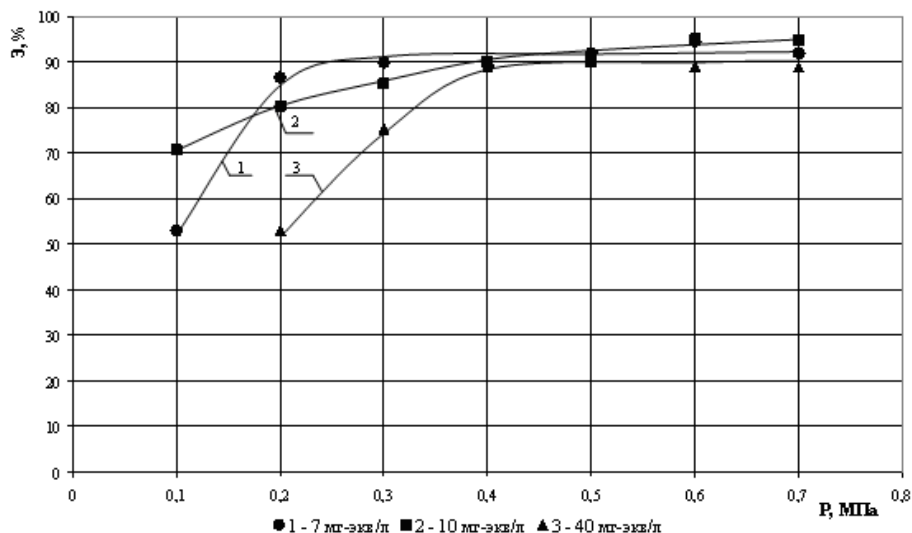


Рисунок 2 – Зависимость эффективности извлечения ионов жесткости от давления

Полученные кривые имеют аналогичный характер, при этом отмечено, что с ростом концентрации модельного раствора эффективность разделения в диапазоне давлений от 0,1 МПа до 0,4 МПа уменьшается. В целом же очистка осуществляется для всех растворов с

эффективностью не менее 50 %, поэтому для более полного разделения можно использовать несколько ступеней концентрирования.

## ОЦЕНКА ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ ЦЕЛИННЫХ, ПАХОТНЫХ И ЗАЛЕЖНЫХ ЗЕМЕЛЬ В СУХОЙ СТЕПИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Мелинг Е.Д. - студент, Давиденко Е.А. – учитель химии

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

МОУ СОШ № 13 (г. Славгород)

Алтайский край – один из самых богатых регионов страны по земельным ресурсам. Данное исследование автор провел на базе сельскохозяйственного предприятия "Славгородское", которое является типичным для зоны сухих степей.

В настоящее время территория сельскохозяйственных угодий ООО "Славгородское" занимает 24071 га, что составляет 13,63 % от сельхозугодий по Славгородскому району. Из них пашня занимает 11 545 га (9,68 % всех земель района), залежь - 7068 га (30,18 % от районного показателя), пастбища - 5458 га (16,09 % по району). В Славгородском районе целинные земли встречаются только под кормовыми угодьями. Это один из наиболее распаханых районов в сухих степях Алтая. Такое соотношение пашни приводит к потере плодородия. За последние 20 лет в связи с экономическими трудностями сельскохозяйственные предприятия не обрабатывают часть пашни, переводя ее в залежь. Таким образом, появилась возможность оценить плодородие почв пашни в сравнении с залежными и целинными землями.

Данная работа современна и актуальна, так как почвенное плодородие определяет не только урожай, но и качество продуктов сельского хозяйства.

Объектом исследования являются почвы целинных, залежных и пахотных земель сухой степи Алтайского края Славгородского района и их свойства.

Задачи работы:

1) изучить историю использования пахотных угодий в сельскохозяйственном предприятии «Славгородское»;

2) провести сравнительный анализ почвенного плодородия целинных, залежных и пахотных земель;

3) выяснить динамику почвенного плодородия в период с 1990 по 2008 год.

Как известно, почвы Славгородского района Алтайского края относят к каштановым почвам. Мы установили, что образцы почв целинных, залежных и пахотных земель являются легкосуглинистыми опесчаненными почвами с нейтральной средой почвенного раствора.

Нами были составлены объединенные (смешанные, средние) образцы пробы из 5 индивидуальных, взятых в различных точках участка площадью 100м<sup>2</sup>. Для отбора почвенных образцов мы использовали метод конверта.

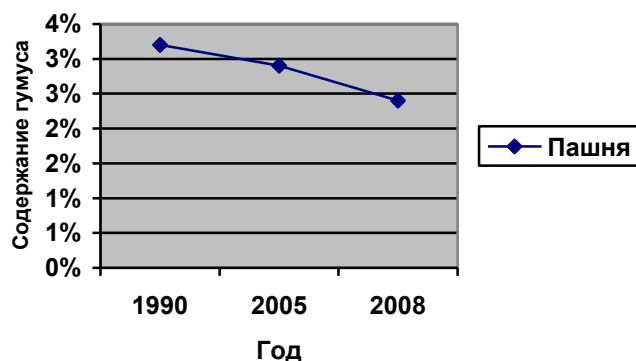
Образцы исследуемых почв изучались в трех повторностях.

Выяснилось, что исследуемые образцы почв имеют высокую плотность, которая выше оптимального значения (1,2-1,35 г/см<sup>3</sup>). Как видно из таблицы 1, плотность увеличивается в ряду: залежь, пашня, целина.

Данная таблица показывает, что почвы целины характеризуются небольшим, а почвы залежи и пашни - средним содержанием нитратов, причем наиболее богаты нитратами почвы залежи.

Сравнительный анализ последних туров агрохимического обследования показал значительное снижение средневзвешенного содержания гумуса и фосфора в пахотных землях. Это можно проследить по представленным ниже графикам.

### Динамика изменения содержания гумуса в почве



### Динамика изменения подвижных форм фосфора



Таблица 1 – Характеристика почв

Разновидность земель	№ варианта	Плотность почвы (г/см <sup>3</sup> )	Средняя арифметическая плотности А (г/см <sup>3</sup> )	Дисперсия S	Стандартное отклонение s	Ошибка средней арифметической SA (г/см <sup>3</sup> )	Относительная ошибка выборочной средней (P)
Целина	1	1,55	1,54 ± 0,0058	0,0001	0,01	0,0058	0,3749 %
	2	1,53					
	3	1,54					
Залежь	1	1,49	1,47 ± 0,0115	0,0004	0,02	0,0115	0,7855 %
	2	1,45					
	3	1,47					
Пашня	1	1,52	1,51 ± 0,0058	0,0001	0,01	0,0058	0,3884 %
	2	1,51					
	3	1,50					

Таблица 2 – Сравнительный анализ почв

Образец пробы	Среднее содержание нитрат-ионов в мВ	Среднее содержание нитрат-ионов в мг/кг почвы	Обеспеченность почв	Относительная ошибка (Р)
Целина	3,59	8,9 ± 0,264	Небольшая	2,97 %
Залежь	3,47	11,8 ± 0,241	Средняя	2,04 %
Пашня	3,5	11,0 ± 0,602	Средняя	5,47 %

Данное исследование позволяет дать сравнительный анализ почвенного плодородия пашни, залежи и целины, а также проследить динамику изменения плодородия пашни с 1990 по 2008 годы с целью привлечения внимания ученых для изыскания наиболее оптимальных способов повышения почвенного плодородия в Алтайском крае.

**Выводы:**

1. Основу земельных угодий сельскохозяйственного предприятия составляет пашня. Целинные земли представлены пастбищами, возраст залежных земель 10 лет. Ежегодно происходит увеличение залежных земель.

2. Исследуемые образцы почв относятся к легкосуглинистым опесчаненным почвам с нейтральной средой почвенного раствора. На пашне и целине наблюдается низкое содержание гумуса и подвижных форм фосфора, на залежи содержится среднее содержание гумуса и растворимых фосфатов. Количество нитратов на залежи и пашне определяется как среднее, а на целине – как небольшое.

3. В период с 1990 по 2008 годы происходит стабильное снижение средневзвешенного содержания гумуса и подвижных форм фосфора в пахотных землях.

Для поддержания естественного почвенного плодородия каштановых почв сухой степи в современных экономических условиях можно рекомендовать перевод части пашни в залежь с последующим окультуриванием в кормовые угодья. В перспективе залежь вновь будет переведена в пашню.

**Список использованных источников:**

1. Агесс Пьер. Ключи к экологии / Пьер Агесс. – М.: Гидрометеиздат, 1982 – С 67.
2. Ашихмина Т. Я. Школьный экологический мониторинг / Т. Я. Ашихмина – М.: Агар, 2000 – С 278.
3. Баздырев Г. И. Сорные растения и борьба с ними / Г. И. Баздырев, Б. А. Смирнов –И.: Моск. Рабочий, 1986 – С 75.
4. Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина. Сибирское отделение. Кулундинская сельскохозяйственная опытная станция. – Новосибирск, 1984.-С. 3 – 6.
5. Давитая Ф. Ф. Агроклиматические условия районов освоения целинных и залежных земель / Ф. Ф. Давитая. –Л. : Гидрометеиздат, 1954 – С. 24-20.
6. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации Центр агрохимической службы «Алтайский». Агрохимическая характеристика сельскохозяйственных угодий Алтайского края. – М. : Барнаул, 2008. – С. 36 – 48.
7. Потапова И. В. Высокопродуктивные сорта пшеницы– на целинные и залежные земли. / И. В. Потапова – Барнаул.: Алтайское книжное издательство, 1954 – С. 3.
8. Сафонов А. Ф. Практикум по земледелию с почвоведением / А. Ф. Сафонов, М. В. Стратонович. – М.: Агропромиздат. 1990 – С. 198-201: ил- (Учебные пособия для учащихся техникумов).
9. Яшутин Н. В. Земледелие на Алтае: учебно-методическое и практическое пособие. -2-е изд., перераб. и доп. / – Барнаул: АГАУ, 2001. – С. 437 – 460.

## ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТМАСС В АЛЕЙСКОМ РАЙОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Тюкина Е. Г. – студент, Бельдеева Л.Н. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Основными способами утилизации отходов являются захоронение на полигонах, сжигание и использование в качестве вторичного сырья. Твердые бытовые отходы (далее ТБО) содержат большое количество вторичных материальных ресурсов. По данным академии коммунального хозяйства в ТБО содержится до 15% отходов пластика. Пластик принадлежит к материалам, которые практически не разлагаются со временем, а при сжигании выделяются крайне токсичные вещества, которые невозможно вывести из организма. С целью снижения негативного воздействия отходов на окружающую среду и вовлечения их в хозяйственный оборот необходимо организовать переработку пластика. Из 1кг отходов (полиэтилентерефталат, полипропилен, полиэтилен высокого давления, полиэтилен низкого давления) получается 0,8 кг вторичного сырья. [1].

Основной проблемой в обращении с полимерными отходами является не отсутствие технологий утилизации, а отделение полимерных отходов от остального мусора и разделение различных полимерных компонентов. Существует множество технологий, позволяющих разделять отходы на компоненты, но практически все они дороги и сложны. Более прогрессивные технологии извлечения полимеров из общей массы отходов подразумевают ту или иную форму участия общественности. Организация системы раздельного сбора отходов на бытовом уровне, с установкой специальных контейнеров для раздельного сбора отходов позволит решить существующую проблему [2].

Основные направления применения вторичных полимеров включают:

- производство пленочных изделий;
- производство строительных материалов (пластмассы выступают в качестве наполнителя при производстве полимербетонных и полимерпесчаных изделий).

При утилизации пластика следует отдавать предпочтение технологиям, которые не оказывают вредного воздействия на окружающую среду и не требуют больших затрат энергии.

На основе исходных данных, подготовленных администрацией района, проведен анализ существующей системы обращения с отходами, образующимися на территории Алейского района, рассчитаны количества образующихся пластиковых отходов, разработаны технические решения по организации их сбора, временного хранения (накопления) и переработки.

Проработаны два варианта организации переработки пластика: с получением гранул и выпуском готовой полимерпесчаной продукции. Как показал проведенный анализ, в условиях Алейского района Алтайского края наиболее целесообразно использовать пластик в качестве наполнителя для полимерпесчаной продукции, вследствие чего можно полностью утилизировать несортированный пластик, значительно уменьшив площади полигонов ТБО.

Предлагаемая технология производства полимерпесчаной черепицы не требует очистки и глубокой сортировки отходов. В качестве сырья используется смесь мягких (полиэтилены) и жестких (полипропилены, полистиролы, АБС пластики, полиэтилентерефталат и пр.) полимеров [3]. Кроме отходов полимеров в производстве черепицы требуется песок. Он используется как наполнитель и должен быть сухим и просеянным. Основное оборудование, необходимое для организации производства – дробилка для измельчения полимерных отходов, сушилка для песка, агрегат плавно-нагревательный, а также гидравлический пресс для формования изделий. Пресс-формы позволяют производить черепицу, облицовочную, террасную, тротуарную плитку, брусчатку, бордюры, лотки, водостоки, канализационные люки, крышки и другие изделия, которые могут использоваться в благоустройстве жилья.

Определена потребность в оборудовании и сооружениях, необходимых для утилизации отходов пластмасс, проведен расчет и подбор оборудования, рассчитана логистика транспортных потоков.

Рассчитаны инвестиции, требуемые для реализации проекта по переработке пластика по двум вариантам, определены основные технико-экономические показатели бизнес-плана, которые подтверждают экономическую эффективность предлагаемых решений. Проработаны решения по автоматизации технологического процесса, проведена оценка воздействия проектируемого производства на окружающую среду.

#### **Список использованных источников:**

1. Переработка пластиковых отходов / Электронный ресурс/ - Режим доступа: [http://www.cleandex.ru/articles/2008/03/18/residue\\_utilization20](http://www.cleandex.ru/articles/2008/03/18/residue_utilization20)
2. Твердые бытовые отходы – Научно – практический журнал. - № 9 2010.- с. 54.
3. Снежков А. С. Методы переработки полимеров [Электронный ресурс]/ А. С. Снежков - Режим доступа: <http://www.kompramid.ru/rus/clean.php>.

### **ИЗУЧЕНИЕ ОЗОНИРОВАНИЯ С ЦЕЛЬЮ ОЧИСТКИ ВОДЫ**

Карпеева В.И. – студент, Мелинг Е.Д. – студент, Лазуткина Ю.С. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Значение чистой воды для человека трудно переоценить. Вода практически всегда содержит какие-то примеси и растворенные вещества - как органические, так и неорганические. Другая разновидность примесей - микроорганизмы, которые вызывают массу заболеваний: бактерии, вирусы, грибы, простейшие и т.д. Известно, что поступление в организм с питьевой водой веществ, в концентрациях выше предельно-допустимых, может вызвать необратимые изменения в работе важнейших систем жизнедеятельности человека.

Поэтому необходим эффективный метод очистки воды, который позволит очистить воду как от химических, так и от биологических загрязнений. К нему можно отнести способ очистки воды озонированием. Озонирование - технология очистки, основанная на использовании газа - озона, являющимся сильным окислителем.

Озонатор вырабатывает озон из атмосферного кислорода в результате воздействия на него электрического заряда. Основным требованием при этом является удаление влаги из воздуха для предотвращения образования в аппарате азотной кислоты. После взаимодействия с загрязняющими химическими и микробиологическими веществами озон превращается в обычный кислород.

Метод озонирования используют на различных промышленных предприятиях. В настоящее время многие фирмы предлагают услуги очистки воды на дом, а также на рынке имеются универсальные приборы-озонаторы для самостоятельной очистки воды.

У данного способа есть свои достоинства и недостатки.

#### **Достоинства озонирования:**

- озон уничтожает все известные микроорганизмы - вирусы, бактерии, грибки, водоросли, их споры, цисты простейших и т. д.
- не существует устойчивых к озону форм микробов;
- остаточный озон стерилизует поверхность;
- озон действует очень быстро - в течение секунд;
- удаляет неприятные запахи и привкус;
- озонирование не придаёт дополнительных вкусов и запахов;
- не изменяет кислотность воды и не удаляет из неё необходимые человеку вещества;
- остаточный озон быстро превращается в кислород;
- озон вырабатывается на месте, не требуя хранения и перевозки;
- озон уничтожает микроорганизмы в 300-3000 раз быстрее, чем любые другие дезинфекторы;
- озон не меняет рН воды и не удаляет из нее необходимые организму ионы Са, Mg, К, Na и т. п.

#### **Недостатки озонирования:**

- дороговизна озонатора, стоимость растет в геометрической прогрессии в зависимости от производительности;
- необходимость специальной подготовки воздуха (осушка) или работа на кислороде;
- недостаточная способность озона к разрушению фенольных соединений;
- необходимость длительного контакта озона с загрязнителем в случае комплексных соединений;
- озон – токсичный газ, поэтому любое его использование требует тщательного контроля техники безопасности;
- из-за насыщения воды озono-воздушной смесью она приобретает высокую окислительную способность и становится коррозионно-активной, что требует использования оборудования и материалов, стойких к озону;
- непродолжительность воздействия, связанное с тем, что озон быстро разлагается в воде и не обладает пролонгирующим бактерицидным действием.

Дозировка озона зависит от вида воды. Прозрачная и чистая ключевая вода и воды горных рек, малозагрязнённые посторонними примесями, требуют примерно 0,5 мг/л озона. Вода, поступающая из открытых водохранилищ, может вызывать расход озона до 2 мг/л. Средняя доза озона составляет 1 мг/л. Продолжительность контакта озono-воздушной смеси с обрабатываемой водой колеблется от 5 до 15 минут.

Принципиальная схема озонирования воды представлена на рисунке 1.

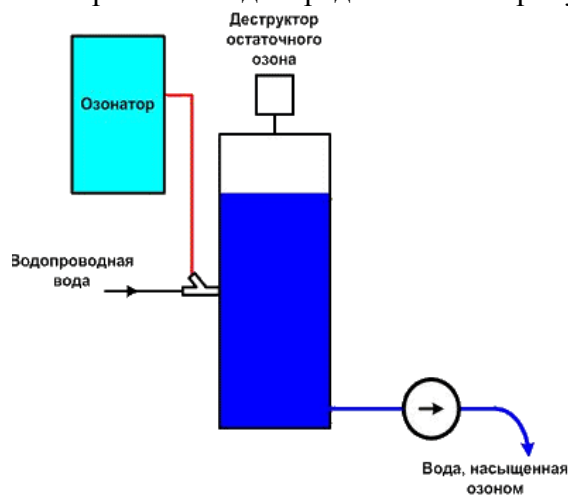


Рисунок 1 - Схема озонирования воды

Опыт использования озонирования на современном этапе, накопленный для систем разной производительности, говорит о том, что эту технологию можно и нужно применять не только на мощных водопроводных станциях, отвечающих за снабжение водой крупных городов, но и в системах водоподготовки малой и средней производительности.

Несомненно, что качество воды при водоподготовке с использованием озонирования будет значительно выше, чем при прочих технологиях, однако экономической оценке этот параметр можно подвергнуть только в оборотных системах. Еще одним преимуществом использования озонирования является то, что при относительно высокой стоимости первичных капитальных затрат эксплуатационные затраты связаны только с потреблением электроэнергии (в среднем 0,05– 0,07 кВт на 1 г озона).

Таким образом, проведенный литературный обзор, показывает, что использование озонирования для очистки воды весьма перспективный метод и требует более подробного изучения.

**Список использованных источников:**

1. <http://russfilter.ru>
2. <http://ru.wikipedia.org>
3. <http://www.sadhana.su/catalog/catalog-236-1.html>

4. [http://www.ecofilter.ru/article/water\\_purification](http://www.ecofilter.ru/article/water_purification)
5. <http://ozon-voda.ru/podrobnosti/podrobno-o-tehnologii.html>
6. <http://seben.ru/ozon-water>
7. <http://bwt.ru/products/ozone/>
8. <http://www.xumuk.ru/encyklopedia/2/3010.html>

## АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ ПРОЦЕССА УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ВОЛОКНИСТЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Чигаев И.Г. – аспирант, Буравлев В.О. – аспирант, Кондратюк Е.В. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Мембранные процессы как методы разделения являются достаточно новыми. Так, еще совсем недавно мембранная технология не находила широкого применения. Сегодня сфера ее применения постоянно расширяется. В настоящее время мембранная технология включает в себя большое количество процессов разделения, таких, как микрофильтрация, ультрафильтрация, обратный осмос, электродиализ и диализ, газоразделение, первапорация, мембранная дистилляция и разделение с помощью жидких мембран. Мембранные процессы находят широкое применение в различных отраслях промышленности.

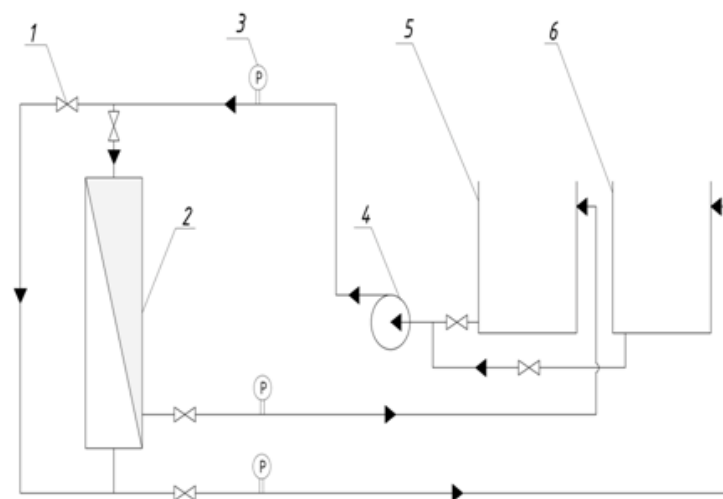
Однако именно в секторе ультрафильтрации в настоящее время наблюдается основное разнообразие мембран – как по материалам, так и по геометрическим формам. Это объясняется весьма широким спектром применения УФ-мембран – в качестве основного и вспомогательного предварительного метода очистки. Объектами приложения ультрафильтрации являются не только вода различного происхождения, но и химические, пищевые, биологические жидкости, различные промышленные и коммунальные стоки[1].

Большинство современных УФ-мембран изготавливается из полимерных материалов или керамики. Сфера применения ультрафильтрации может быть расширена с использованием мембран на основе базальтовых волокон.

На кафедре химической техники и инженерной экологии ведутся работы по изучению современных мембранных методов разделения сред, таких как: обратный осмос, ультрафильтрация, первапорация. Так же ведутся работы по разработке ультрафильтрационных мембран на основе базальтовых волокон с сорбционной или каталитической пленкой.

Была разработана и изготовлена лабораторная установка для изучения свойств и характеристик ультрафильтрационных мембран. Технологическая схема установки представлена на рисунке 1. Из емкости 5 с помощью насоса 4 подается исходная жидкость на мембрану 2, где происходит разделение сред, при этом фильтрат поступает в центр мембраны и отводится в емкость 6. На данной установке была применена опытная ультрафильтрационная мембрана на основе базальтового волокна.





1-вентиль, 2-мембрана, 3-датчик давления, 4-насос,  
5-емкость исходной жидкости, 6-емкость фильтра

Рисунок 1 – Схема лабораторной ультрафильтрационной установки

Мембрана представляет собой перфорированный трубчатый элемент диаметром 50 мм, общая площадь фильтрации – 0,181 м<sup>2</sup>. В качестве мембраны выступает базальтовое волокно модифицированное бентонитовой глиной [2]. Однако при стандартном использовании волокнистого сорбента в качестве наполнителя напорного фильтра возникает ряд недостатков. При повышении давления возникает высокое гидравлическое сопротивление слоя материала и значительное снижение производительности фильтра. Следствием увеличения сопротивления является возникновение пристеночного эффекта, при этом происходит проскок загрязняющих веществ, что значительно снижает эффективность работы фильтра [3].

Описанные явления легко устраняются при использовании материала в трубчатом мембранном элементе. При радиальном направлении исходной жидкости на мембрану возникает ряд положительных моментов: увеличение площади фильтрации, малое гидравлическое сопротивление, возможность турбулизовать поток над поверхностью мембранного элемента, увеличение эффективности обратной промывки, удобство и быстрота смены мембраны.

Разработанная опытная установка при исследовании свойств мембраны позволяет проводить фильтрацию, как в тупиковом режиме (на фильтрацию подается 100 % исходной жидкости), так и со сбросом части концентрата (на фильтрацию подается меньше 100 % исходной жидкости). Отбор фильтрата осуществляется с обеих сторон мембранного элемента, что снижает его гидравлическое сопротивление. Регенерацию можно осуществлять как в прямом, так и в обратном направлении тока с помощью полученного фильтрата и/или с добавлением реагентов.

Использование в мембранном модуле базальтового волокна в качестве каркаса для нанесения различных сорбционных и каталитических пленок существенно расширяет область применения волокнистых материалов и позволяет найти им новое применение в мембранной технике.

#### Список использованных источников:

1. Дытнерский Ю.И. Обратный осмос и ультрафильтрация. – М.: Химия, 1978.-352 с.
2. Кондратюк Е.В. Совершенствование методов водоподготовки и очистки загрязненных вод на предприятиях машиностроения и теплоэнергетики с использованием модифицированных природных материалов: автореф. дис... канд. техн. наук / Е.В. Кондратюк. - Барнаул: изд-во АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 2007. – 20с.
3. Буравлев В.О. Оптимизация процесса водоочистки на новых сорбентах с матрицей из базальтовых микроволокон / В.О. Буравлев, Е.В. Кондратюк, Л.Ф. Комарова, М.А. Булах, // журнал «Ползуновский вестник». – 2011. - №4-2. – С. 186-188.

## ПОЛУЧЕНИЕ КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ПАВ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

Башунов Г.А. – студент, Кондратюк А.В. – аспирант, Кондратюк Е.В. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Для решения проблем очистки сточных вод от нефтепродуктов выглядит перспективным применение комбинированных методов очистки, сочетающих в себе сорбцию, флотацию и каталитическое окисление содержащихся в сточных водах высокомолекулярных органических веществ, сложно поддающихся очистке. Для этого была разработана технология с получением плавучих сорбентов, способных к регенерации. Для увеличения плавучести образцов в гель, полученный на основе тетрээтоксисилана, вводится базальтовое волокно, укрепляющее структуру. Для получения каталитических свойств к полученным флотосорбентам добавлялись соли металлов, после чего поверхность образцов модифицировалась при высокой температуре.

С полученными образцами сорбентов на лабораторной установке были проведены опыты, по результатам которых можно сделать выводы об их эффективности.

Флотация загрязнённой нефтепродуктами воды с каталитически активными флотосорбентами проводилась на лабораторной установке в течение часа с расходом воздуха на флотацию 7 л/с. Отбор проб проводился в течение 1 часа в 0, 10, 20, 40, 60 минут с начала эксперимента. После завершения эксперимента отбиралась проба воды с поверхности для получения сведений об эффективности процесса флотации. После отбора пробы воды подвергались экстракции (в качестве экстрагента использовался гексан), после чего на аппарате Флюорат-02 измерялась концентрация нефтепродуктов в полученном растворе нефтепродуктов в гексане. На основе полученных результатов строились графики зависимости концентрации нефтепродуктов в пробах от времени и составлялись таблицы эффективности процесса очистки.

Для вычисления эффективности процесса каталитической сорбции были проведены опыты флотации без флотосорбента и с неактивированным базальтовым волокном.

Таблица 1. Экспериментальные данные эффективности очистки воды (Э) без флотосорбента, при начальной концентрации нефтепродуктов 9,87 мг/л

Время флотации, t	Конечная концентрация нефтепродуктов С кон, мг/л	Эффективность очистки Э, %
0	9,87	0
10	9,64	3,3
20	9,14	7,4
40	8,80	10,8
60	8,76	11,2

Таблица 2. Экспериментальные данные эффективности очистки воды (Э) с использованием в качестве флотосорбента неактивированного базальтового волокна, при начальной концентрации нефтепродуктов 11,1 мг/л

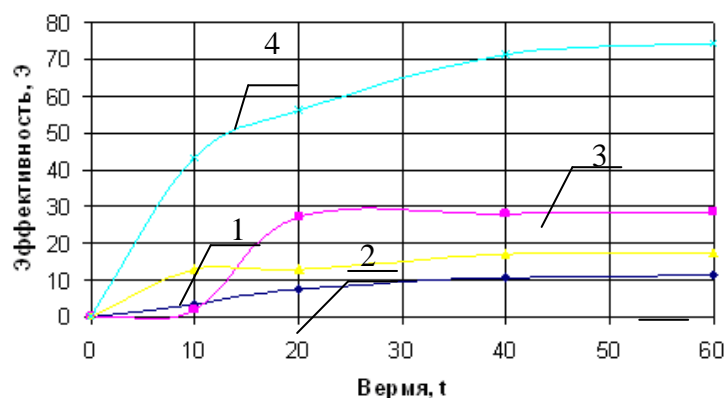
Время флотации, t	Конечная концентрация нефтепродуктов С кон, мг/л	Эффективность очистки Э, %
0	11,1	0
10	10,9	1,8
20	8,05	27,4
40	8,00	27,9
60	7,95	28,4

Таблица 3. Экспериментальные данные эффективности очистки воды (Э) с использованием в качестве флотосорбента базальтового волокна, активированного  $FeSO_4$  при начальной концентрации нефтепродуктов 8,4 мг/л

Время флотации, t	Конечная концентрация нефтепродуктов $C_{кон}$ , мг/л	Эффективность очистки Э, %
0	8,4	0
10	4,78	43,1
20	3,62	56,1
40	2,40	71,4
60	2,14	74,5

Таблица 4. Экспериментальные данные эффективности очистки воды (Э) с использованием в качестве флотосорбента бентонитовой глины, активированной  $FeSO_4$  при начальной концентрации нефтепродуктов 10,0 мг/л

Время флотации, t	Конечная концентрация нефтепродуктов $C_{кон}$ , мг/л	Эффективность очистки Э, %
0	10,0	0
10	8,70	13,0
20	8,70	13,0
40	8,30	17,0
60	8,26	17,6



1 – флотация с бентонитом, активированным  $FeSO_4$ ; 2 – флотация без флотосорбента; 3 – флотация с неактивированным волокном; 4 – флотация с волокном, активированным  $FeSO_4$

Рисунок 1 - Зависимость эффективности очистки (Э) от продолжительности флотации (t)

Так же были проведены опыты с использованием других флотосорбентов, но они показали худший результат относительно образцов, активированных сульфатом железа.

На основе этих данных можно сделать выводы о том, что в качестве укрепляющей добавки к гелю лучше использовать базальтовое волокно, а не бентонитовую глину. Так же было установлено, что на эффективность процесса сильно влияет плавучесть флотосорбента, т.е. чем выше плавучесть полученного образца, тем выше эффективность очистки воды.

#### Список использованных источников:

1. Пат. 2146661 Российская Федерация. Способ получения упрочнённых волокнами ксерогелей и их применение/ Дирк Франк (DE); Биргит Кесслер (DE); Андреас Циммерманн (DE); Заявитель и патентообладатель Кэбот Корпорейшн (US). – № P4430669.5. опубл 1995.08.17

2. Lo Howard U., Hung - Yung-Tse. Utilization of claus and zeolites for coagulation. //Int.I. Environ Stud. – 1991. -№3. - P

## СОВРЕМЕННЫЕ СУШИЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ

Ключникова А.И. – студент, Козырева А.О. – студент, Шашков Ю.И. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Сушкой или высушиванием называют процесс термического удаления части жидкости, содержащейся в исходном влажном материале. Чаще всего такой жидкостью является вода. Однако в некоторых случаях из материалов удаляют иные жидкости, например органические растворители. Высушивание производится с целью улучшения каких-либо физико-химических свойств материалов, уменьшения расходов на транспорт значительных количеств материала или когда наличие в материале влаги нежелательно для его последующей химической или физико-химической переработки или использования.

Ещё с древних времён человек высушивал лекарственные травы, древесину, глину и многое другое, таким образом, широко использовал процесс сушки, хоть и не знал его основы. В настоящее время сушка - один из самых распространенных технологических процессов, который широко используется в различных отраслях: в сельском хозяйстве, в химической, нефтехимической, горнообогатительной, металлургической, машиностроительной, пищевой промышленности и в экологических процессах сушки пылевых отходов. Она применяется на различных стадиях технологического процесса: для подготовки сырья и получения полуфабрикатов; часто сушка является завершающим этапом производства, определяющим качество готового продукта.

Типовые конструкции сушильного оборудования, выпускаемого заводами химического машиностроения, могут быть классифицированы по различным признакам, в том числе: по виду высушиваемого материала в его исходном состоянии (крупногабаритные, дисперсные, пастообразные, жидкие); по режиму работы во времени (периодического или непрерывного действия); по виду используемого теплоносителя (горячий воздух, топочные газы, перегретый водяной пар); по способу подвода теплоты к высушиваемому материалу и т. п.

Помимо типовых отечественных сушилок эксплуатируется значительное количество сушильных аппаратов индивидуальной конструкции, разработанных отраслевыми НИИ, вузами, самими предприятиями или поставленными иностранными фирмами. Наиболее распространенной классификацией сушилок является их классификация по способу подвода теплоты к высушиваемому материалу:

### **1 Конвективные сушилки**

В конвективных сушилках сушильный агент, предварительно нагретый в калорифере, движется в сушилке и соприкасается с высушиваемым материалом. При этом сушилка может работать по основной схеме, т.е. с однократным нагревом сушильного агента или с частичным подогревом воздуха в сушильной камере или другими вариантами, в которых температура сушки будет ниже, чем в сушилке по основной схеме, при одинаковом общем расходе тепла.

В зависимости от назначения используют: камерные (полочные), ленточные, туннельные, барабанные, шахтные, пневматические, петлевые, распылительные, вибрационные сушилки, сушилки с псевдооживленным слоем.

### **2 Контактные сушилки**

Контактная сушка осуществляется путем передачи тепла от теплоносителя к материалу через разделяющую их стенку в контактных сушилках, которые делятся на периодически и непрерывно действующие. Различают: сушильные шкафы, гребковые вакуум-сушилки, вальцевые сушилки.

### **3 Специальные типы сушилок**

К ним обычно относят все типы сушки, не относящиеся к традиционным и наиболее распространенным конвективным и контактными сушилкам, а именно инфракрасную (радиационную, лучистую) сушилку, электрическую (высокочастотную), сублимационную, акустическую сушилки.

Высокое качество, стабильность продукта зависит от технического уровня сушки - степени автоматизации и механизации режимов процесса, совершенства сушильной аппаратуры, чистоты воздуха. Поэтому сушильное оборудование обновляется и совершенствуется. Одним из направлений данного совершенствования является производство оборудования с активными гидродинамическими режимами, в котором обеспечивается повышенный тепло- и массообмен. Примерами такого сушильного оборудования являются, в частности, вибрационная, пневматическая и другие виды сушилок: недостатком известных установок вибрационной сушки является конструктивно сложный в исполнении, энергоемкий и материалоемкий кривошипно-шатунный привод и система нагрева движущейся сыпучей среды за счет теплопроводности материала среды, контактирующего с полыми нагревательными трубками, содержащими внутри нагревательные элементы.

Задачей изобретения является упрощение конструкции привода вибратора для увеличения надежности, уменьшения энергоемкости и материалоемкости привода, а также изменение конструкции оболочки нагревательных элементов для увеличения их теплоотдачи и равномерности распределения теплового потока по материалу сыпучей среды. [1]

Предложенное устройство позволяет упростить конструкцию сушилки, уменьшить материалоемкость конструкции за счет удаления кривошипно-шатунного механизма, уменьшить энергоемкость привода путем рекуперации энергии из пружины в электрическую сеть, интенсифицировать процесс сушки дисперсных материалов и улучшить качество сушки использованием только вынужденного конвективного подвода тепла в виброкипящий слой, а также увеличить надежность работы нагревательных элементов за счет их вынужденного конвективного охлаждения.

Повышение качества сушки материалов в пневматической сушилке достигается за счет более полного рецикла влажных частиц в восходящую ветвь сушилки [1]. Кроме того уменьшается гидравлическое сопротивление и энергозатраты на вращение потока газозвеси за счет его свободного движения внутри катушки при отсутствии дополнительных внутренних устройств.

Одним из известных недостатков существующих установок для сушки растворов и суспензий в кипящем слое инертных тел является то, что при подаче исходного материала (раствора, суспензии) через фиксированную форсунку не удается достигнуть равномерного орошения всего слоя инертных тел, вследствие чего происходит залипание отдельных участков слоя, что вызывает неравномерность псевдоожижения и снижение производительности установок.

Предлагаемая установка обеспечивает более полное орошение слоя инертных тел, а также его перемешивание. [2] Кроме того, подвод дополнительного вторичного теплоносителя создает зону локального фонтанирования, что не только предотвращает залипание слоя в месте орошения исходным материалом, но и способствует более эффективному протеканию процессов тепло- и массообмена в этой зоне. Все это приводит к увеличению удельной производительности установки, а также позволяет повысить гидродинамическую устойчивость режима кипящего слоя.

Таким образом, сушка является достаточно широко распространённым и изученным процессом, но экономические, экологические и другие требования дают стимул к постоянным конструктивным изменениям, которые позволяют упростить и удешевить процесс, а также улучшить и сохранить качества высушиваемого материала, решить вновь возникшие (поставленные) задачи или проблемы.

**Список использованных источников:**

1. Пат. 2377489 Россия, МПК F26B17/26
2. Пат. 106733 Россия, МПК F26B17/10

# РАЗРАБОТКА ХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КАЧЕСТВЕННОГО И КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА СЫРОГО БЕНЗОЛА

Григорова М. – студент, Горелова О.М. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Техногенная нагрузка на окружающую среду в настоящее время является определяющей в развитии природных экосистем. Чаще всего это выражается в нарушении экологического баланса, что приводит к гибели флоры и фауны. Наибольший вред природе наносят производственные процессы, к которым можно отнести и коксохимию, выделяющие в окружающую среду экотоксичные примеси.

Охрана окружающей среды от промышленного загрязнения и рациональное использование природных ресурсов приобретают в наши дни исключительное значение. Основными направлениями в решении данных проблем являются сокращение объемов образования отходов, повышение выхода целевых продуктов с единицы сырьевой массы, что предполагает внедрение наилучших доступных технологий (НДТ).

Основная цель нашего исследования – создание технологии переработки сырого бензола, а именно выделение важнейших ароматических компонентов: бензола, толуола, изомеров ксилола и др. Современные требования экологии и ресурсосбережения, предъявляемые к коксохимическим производствам на стадии проектирования или реконструкции, также предполагают реализацию НДТ, реализация которой существенно снизит негативное воздействие на окружающую среду.

При коксовании угольной шихты наряду с коксом, образуется ряд продуктов, обладающих высокой потребительской ценностью, основными из которых являются сырой бензол (СБ) и каменноугольная смола. Сам по себе СБ не имеет практического применения, но отдельные его компоненты очень важны для народного хозяйства и ценность их весьма велика.

Бензолные углеводороды находятся в коксовом газе в виде паров и улавливаются абсорбентами – поглотительными маслами. Выделение сырого бензола из масла производится продувкой острым паром после предварительного прогрева. При этом из него одновременно с бензолными углеводородами десорбируются наиболее легкокипящие компоненты, а также нафталин, улавливаемый в небольшом количестве одновременно с компонентами сырого бензола. Регенерированное масло после охлаждения снова идет на стадию поглощения бензолных углеводородов. Состав сырого бензола непостоянен и зависит от составов шихты, поглотительного масла, а также технологических условий коксования.

Выделение компонентов из сырого бензола осуществляется методом ректификации, являющимся одним из наиболее эффективных для разделения жидких смесей.

На первом этапе исследований по созданию технологии ректификационного разделения сырого бензола нами была разработана методика анализа исходной смеси. Наиболее приемлемым методом в данном случае является хроматография, так как характеризуется экспрессностью, точностью (погрешность 3 %), а также требует малого количества пробы без предварительной подготовки.

После анализа литературных данных в качестве сорбента было решено использовать твердую основу, состоящую из CHROMATON N-AW. Для CHROMATON характерно узкое распределение пор и отсутствие микропор. Малое содержание оксидов железа является причиной низкой каталитической активности этого носителя, что позволяет работать при высоких температурах и малом количестве нанесенной жидкой фазы, не опасаясь ее каталитического разложения. Небольшая удельная поверхность и высокая химическая чистота обуславливают низкую адсорбцию, которая важна при разделении полярных веществ на носителе с малым количеством стационарной фазы. CHROMATON N-AW промыт кислотами и силанизирован гексаметилдисилазаном, в результате чего еще больше снижается его адсорбционная и каталитическая активность.

В качестве жидкой фазы использован FFAP (15 % от массы носителя), который представляет собой сложный эфир полиэтиленгликоля и 2-нитротерефталевой кислоты. Он используется для разделения органических веществ в интервале температур от 0<sup>0</sup>С до 275<sup>0</sup>С.

В качестве газа-носителя применялся водород со скоростью 25 см<sup>3</sup>/мин. Для наиболее полного разделения смеси предложено использовать хроматографическую колонку длиной 3 м и диаметром 3 мм. Температуру в колонке изменяли в пределах от 50<sup>0</sup>С до 150<sup>0</sup>С, детекторе до 200<sup>0</sup>С, испарителе до 200<sup>0</sup>С.

Для исследуемой смеси методом внутреннего стандарта рассчитаны калибровочные коэффициенты для анализируемых веществ. В качестве стандартного вещества использовался бензол.

Разработанная нами методика будет использована в натуральных экспериментах по изучению физико-химических взаимодействий между компонентами сырого бензола, а также при изучении закономерностей ректификационного разделения.

Создание и реализация НДТ по переработке сырого бензола позволят получать ценные товарные продукты и минимизировать нагрузку на окружающую природную среду.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО СОЗДАНИЮ МАЛООТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА НАФТАЛИНА

Борзых В.С. – студент, Горелова О.М. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

С середины прошлого столетия охрана окружающей среды стала одной из самых острых и глобальных проблем современности. В результате деятельности человека на Земле значительно сократились площади лесов, усилился процесс антропогенного загрязнения гидросферы и атмосферы, сократились и продолжают сокращаться многие виды ресурсов.

Рациональное использование природных ресурсов и охрана окружающей среды – актуальные проблемы современности, решаются в двух направлениях. Одно из них – разработка и внедрение малоотходных технологий и процессов, другое – модернизация действующих предприятий; замена устаревших процессов новыми; повышение качества очистки газообразных выбросов, сточных вод; внедрение замкнутых производственных циклов.

Коксохимия – область промышленности, занимающаяся переработкой природных топлив (главным образом каменного угля) в кокс и другие ценные продукты. Полный ассортимент продукции коксохимических предприятий включает около 80 наименований.

Каменноугольная смола (КУС) образуется при конденсации газообразных продуктов коксования и является сырьём для получения нафталина и др. индивидуальных ароматических соединений, масел специального назначения (поглотительное, шпалопрпиточное и др.) и пека, из которого вырабатывают, в частности, электродный пековый кокс. Переработка КУС начинается с ее фракционирования на ректификационной колонне, с получением полупродуктов (фенольной, нафталиновой, поглотительной фракций, легкого масла и др.), которые подлежат дальнейшей переработке.

Выделение нафталина из нафталиновой фракции можно производить методом кристаллизации или ректификации.

Ректифицирование нафталиновой фракции КУС с получением товарного нафталина – сложная технологическая задача, поскольку присутствующий в сырье тионафтен имеет близкую температуру кипения с нафталином (218 °С и 221,2 °С) и образует азеотропную смесь. Традиционно серосодержащие примеси удаляют с помощью сульфирования и получают «кислую смолку». Этот отход не подвергают термической деструкции, что требует поиска альтернативных путей его утилизации.

Целью нашей работы было создание технологии выделения нафталина из нафталиновой фракции методом ректификации, исключая предварительную обработку сырья.

Основная задача исследований – получение кондиционного нафталина и минимизация его потерь при ректификационном разделении.

Для изучения закономерностей процесса ректификации нафталиновой фракции нами была создана модель фазового пространства жидкость пар исследуемой системы, в состав которой вошли компоненты в наибольшем количестве содержащиеся в смеси и влияющие на выделение нафталина. Таким образом, нами было изучено и математически описано парожидкостное равновесие в системе, образованной компонентами: инден-нафталин-тионафтен- $\alpha$ -метилнафталин- $\beta$ -метилнафталин-аценафтен.

Описание равновесия жидкость-пар производилось при помощи уравнения локальных составов Вильсона, которое используется для гомогенных смесей. Данные о фазовом равновесии мы получали, используя групповую модель UNIFAC.

Для оценки конструктивных параметров ректификационной колонны и поиска параметров режима работы установки проведена оптимизация в вычислительном эксперименте. Разделение нафталиновой фракции предлагается проводить на колонне периодического действия, диаметром 2,6 м, с общей эффективностью 30 теоретических тарелок. При флегмовом числе 15 отбирается донафталиновая фракция, включающая в состав инден, тионафтен и нафталин, отбор нафталиновой фракции производится при флегмовом числе 5. При таких параметрах возможно выделить до 75 % масс. нафталина от его количества в сырье.

На основании результатов исследований нами предложена принципиальная технологическая схема ректификационной установки для разделения коксохимической нафталиновой фракции.

Ректификация нафталиновой фракции без предварительной обработки потребует высокоэффективной ректификационной колонны, но в то же время, исключит использование дополнительных реагентов и позволит использовать отходы в качестве топливного ресурса.

Переработка нафталиновой фракции повысит рентабельность предприятия в целом, а реализация наилучшей доступной технологии производства нафталина позволит исключить ряд экотоксичных отходов.

## ПРИГОТОВЛЕНИЕ СОРБЕНТОВ ЗАДАННОГО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Подкопаева В.О. – студент, Курочкин Э.С. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

*Гранулирование* – процесс формирования твердых частиц из порошкообразных материалов определенных размеров и формы с заданными свойствами. Размер гранул зависит от вида материала, способа его дальнейшей переработки или применения и составляет обычно (мм): для минеральных удобрений 1-4, катализаторов 5-10, термопластов 2-5, реактопластов 0,2-1,0, каучуков и резиновых смесей 15-25 и более, лекарственных препаратов (таблеток) 3-25. Гранулирование может быть основано на уплотнении порошкообразных материалов с использованием связующих или без них, диспергировании и последующей кристаллизации расплавов или растворов либо на измельчении крупных кусков в дробилках.

Основные показатели эффективности гранулирования - выход кондиционной фракции, качество получаемых гранул - форма, прочность, насыпная масса, однородность гранулометрического состава. Придание веществам формы гранул улучшает условия их хранения и транспортировки, позволяет механизировать и автоматизировать процессы последующего использования продуктов, повышает производительность и улучшает условия труда, снижает потери сырья и готовой продукции. Ниже рассмотрены важнейшие методы гранулирования.

Окатывание включает следующие стадии: смачивание частиц материала связующим (водой, смесями с водой глин, шлаков и других вяжущих материалов), в результате чего





			сите				
11	500	196.4	39,43775	60,56225	+11	196,4	41,2
4.5		146.4	29,39759	70,60241	-11+4,5	146,4	32,4
3.5		38.4	7,710843	92,289916	-4,5+3,5	38,4	7,76
2		28.3	5,682731	94,31727	-3,5+2	28,3	5,66
0.5		18.5	3,81245	96,88755	-2+0,5	18,5	5
0.2		5.6	1,124498	98,8755	-0,5+0,2	5,6	1,12
0.15		6.2	1,24465	98,75502	-0,2+0,15	6,2	1,24
дно		3.5	0,702811	99,29719	<0,15	3,5	0,9

Проведены также исследования на бентонитовой и желтой глинах с целью получения материалов с заданным составом более мелких фракций: – 3,5+2 мм, – 2,0+0,5 мм, – 0,5+2 мм. Гранулированный продукт, полученный в экспериментах, может быть рекомендован для использования в технологических процессах водоподготовки для питьевого водоснабжения [2].

**Список использованных источников:**

1. Леонтьева, А.И. Оборудование химических производств: учеб. для вузов по специальности «Машины и аппараты химических производств». – М.: Химия, КолосС, 2008. – 479 с.
2. Кондратюк Е.В., Комарова Л.Ф. Фильтры для очистки загрязненных артезианских вод на основе модифицированных базальтовых волокон. /водоочистка. водоподготовка, водоснабжение. №3, 2011. – с. 32-46.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛИНИИ РЕЗИНОСМЕШЕНИЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНОГО ЦЕХА ШИННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Кремков А.И. – студент, Сесёлкин И.В. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

ОАО ПО «Алтайский шинный комбинат» (до 2003 г. ОАО «Барнаульский шинный завод») – крупный производственный комплекс с 46-ти летним опытом работы на рынке России и стран СНГ.

В настоящее время на предприятии выпускается 43 модели шин, предназначенных для сельскохозяйственных машин, 12 типоразмеров автокамер для шин, и 29 типоразмеров авиационных шин. Заводскими специалистами разрабатываются новые модели шин, защищенные авторскими свидетельствами на изобретения.

Одной из стадий технологического процесса производства шин является смешение компонентов для получения резиновой смеси, которое осуществляется на оборудовании подготовительного цеха предприятия.

Производство резиновой смеси на ОАО ПО «Алтайский шинный комбинат» осуществляется с использованием следующего технологического оборудования:

- 1) бункера для сыпучих ингредиентов;
- 2) автоматические весы для ингредиентов;
- 3) транспортеры;
- 4) вальцы;
- 5) резиносмеситель;
- 6) грануляторы;
- 7) барабанные сушилки.

Используемое технологическое оборудование давно устарело и требует модернизации. В частности, недостатки барабанной сушилки и гранулятора заключаются в малой производительности, низком качестве получаемой резины, что, в конечном счёте не позволяет конкурировать с мировыми брендами.

Предлагается провести модернизацию линии резиносмешения подготовительного цеха путём замены гранулятора и барабанной сушилки на современную установку фестонного УФТ-3600, которая позволяет существенно улучшить качество резиновой смеси.

Ориентировочный экономический эффект от замены одной технологической линии составляет не менее 300 тысяч рублей в год.

## ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ИОНОВ МЕДИ НА СОРБЕНТЕ ИЗ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Осокин В.М. – студент, Сомин В.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Разработка сорбентов на основе природных материалов органического и неорганического происхождения представляет большой интерес для создания недорогих ресурсосберегающих технологий. Такие сорбенты могут быть созданы из возобновляемого сырья – древесины, льна, хлопка или на основе отходов целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей или пищевой промышленности, следовательно, стоимость таких сорбентов гораздо ниже по сравнению с традиционными.

Ранее проведенные исследования показали эффективность модификации древесных опилок ортофосфорной кислотой. Однако интересен поиск других видов модификации с целью увеличения сорбционных свойств материала. В качестве модификаторов было решено использовать растворы соляной кислоты и гидроксида натрия. Модификация заключалась в пропитке сосновых опилок 0,1 н, 0,5 н растворами соляной кислоты и раствором гидроксида натрия концентрацией 0,5 г/л, и последующей отмывке от избытка модифицирующих веществ. Для сравнения были проведены также эксперименты на обработанных ортофосфорной кислотой опилках.

Результаты исследований по изучению сорбционной емкости по отношению к ионам меди модифицированных сосновых опилок представлены на рисунке 1.

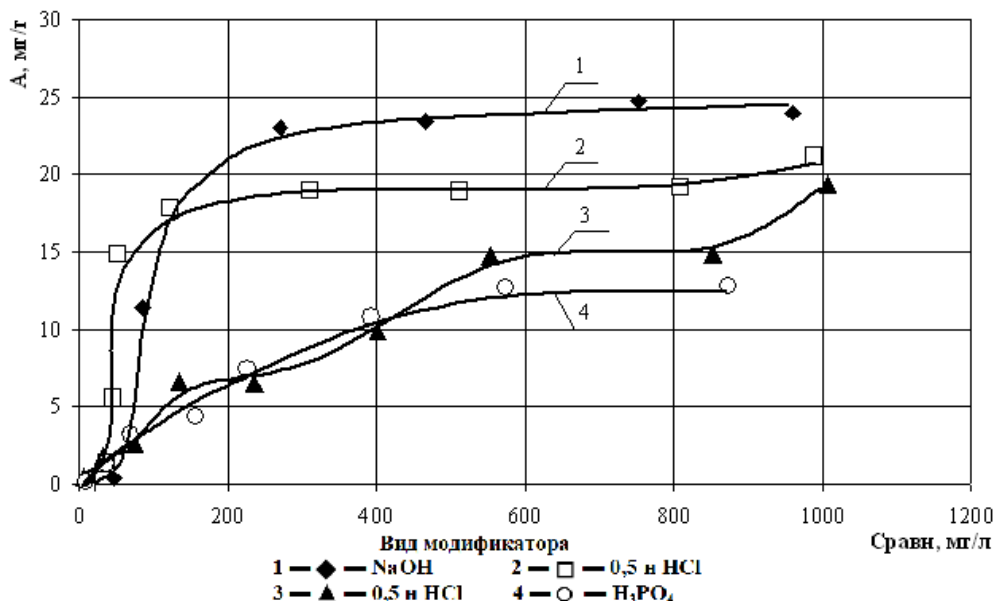


Рисунок 1 – Зависимость сорбционной емкости (А) модифицированных сосновых опилок от равновесной концентрации (Сравн) ионов меди в растворе

Из рисунка 1 видно, что максимальная степень извлечения ионов меди наблюдается у опилок, модифицированных раствором щелочи и составляет 24 мг/г. Однако другие образцы также показали следующие результаты: 23 мг/г и 19 мг/г соответственно модифицированные 0,5 н и 1,0 н растворами соляной кислоты. Сорбционная емкость опилок, модифицированных ортофосфорной кислотой, достигает до 13 мг/л.

Необходимо отметить, что опилки, обработанные гидроксидом натрия, способны быстро разрушаться в воде, ввиду чего от активации данным реагентом пришлось отказаться.

Поэтому в качестве модификаторов могут быть использованы 0,5 н, 0,1 н растворы соляной кислоты и растворы гидроксида натрия, ортофосфорной кислоты.

Далее получения сорбционного материала на основе опилок последние смешивали с натриевым бентонитом Хакасского месторождения в соотношении бентонит/опилки  $\frac{1}{2}$ , после чего полученный материал выдерживался в муфельной печи при заданной температуре.

С целью определения времени установления сорбционного равновесия были проведены исследования по изучению кинетики сорбции на материалах, приготовленных из бентонита содовой активации и опилках, модифицированных 0,5 н раствором соляной кислоты. Результаты исследования представлены на рисунке 2.

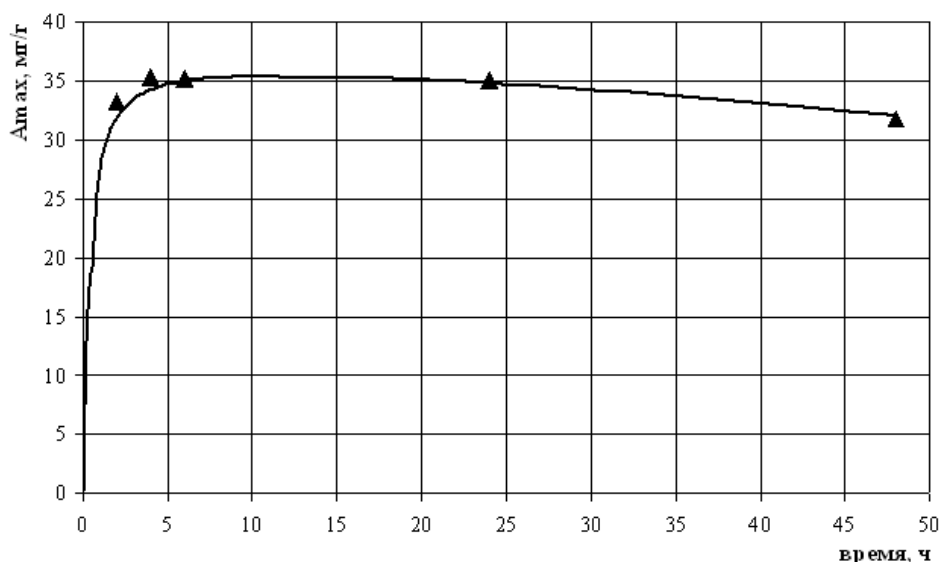


Рисунок 2 – Зависимость максимальной сорбционной емкости ( $A_{max}$ ) материала из активированного бентонита и модифицированных 0,5 н HCl сосновых опилок от времени

Из рисунка 2 видно, что равновесие между сорбентом и сорбатом устанавливается примерно через 6 часов и значение сорбционной емкости при этом достигает 35 мг/г, через 24 часа она незначительно уменьшается, что может быть объяснено стадией десорбции.

Таким образом, проведенные эксперименты позволили выбрать лучшую основу для приготовления сорбента – сосновые опилки, модифицированные 0,5 н раствором соляной кислоты.

#### РЕКОНСТРУКЦИЯ СИСТЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ ООО «БАРНАУЛ РТИ» Овчиникова В.А. – студент, Черкасов А.С. – аспирант, Сомин В.А. – к.т.н., доцент Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Единая система водоснабжения, водоотведения и очистки сточных вод является предпосылкой для организации замкнутых систем водного хозяйства промышленных предприятий. Создание таких систем зависит от особенностей технологии и требований к качеству получаемой продукции. Наиболее жесткие требования предъявляются воде, используемой в системах теплоснабжения. В частности, для подпитки котлов на предприятии ООО «Барнаул РТИ» необходимо поддерживать начальную концентрацию соединений жесткости в воде не более 0,5 мг-экв/л. Предприятие находится в г. Барнауле и в настоящее время выпускает широкий ассортимент резиновых технических изделий – рукава резиновые, футеровки для горнодобывающего оборудования, техпластины резиновые, надувные лотки, товарные клеи.

Организация водного режима котельной является одним из определяющих факторов надежной работы теплосилового оборудования. Водно-химический режим должен обеспечить работу основного и вспомогательного теплоэнергетического оборудования,

трубопроводов и другого оборудования без повреждения и снижения экономичности, вызванных коррозией металла, без образования накипи шлама на теплопередающих поверхностях оборудования и трубопроводах в котельных, систем теплоснабжения и теплопотребления.

Водоподготовительная установка ООО «Барнаул РТИ» предназначена для приготовления химически очищенной воды на подпитку котлов, тепловых сетей, восполнения потерь пара, конденсата, горячее водоснабжение, хозяйственных нужд завода. В качестве исходной воды для водоподготовки принята вода из существующей артезианской скважины. Очистка воды осуществляется в три стадии:

1. Осветление на механических фильтрах.
2. Умягчение на натрий – катионитовых фильтрах первой ступени.
3. Доумягчение на натрий – катионитовых фильтрах второй ступени.

Осветление осуществляется путем пропускания воды через слой песка, при этом происходит задержание взвесей и окисление растворенного железа до нерастворимых гидроксидов, которые также задерживаются загрузкой. Умягчение осуществляется последовательным пропусканием осветленной воды через сульфуголь и ионообменную смолу КУ-2-8, после чего поток направляется на нужды предприятия.

Регенерация катионита осуществляется обработкой его раствором поваренной соли, при этом ионы натрия вытесняют из катионита ранее поглощенные катионы кальция и магния, которые переходят в раствор. После регенерации ионообменная смола промывается водой для удаления продуктов регенерации (хлоридов кальция и магния) и поваренной соли. Проведен литературный обзор применяемых на предприятиях систем водоснабжения и водоотведения, рассмотрены традиционные и современные схемы.

Анализ водного хозяйства предприятия ООО «Барнаул РТИ» показал наличие следующих недостатков:

- схема водоподготовительной установки не снижает солесодержание и щелочность обработанной воды;
- отсутствие организованной системы очистки производственных стоков, образующихся на котельном участке.

Одними из возможных вариантов решения данных проблем являются следующие.

1. Сбор потоков воды после взрыхления и регенерации катионитовых фильтров. Для этого необходимо направлять воду от промывки обратно в технологическую схему, а регенерационные растворы подвергать обработке и снова использовать на стадии регенерации.

2. Сбор и очистка воды от промывки механических фильтров и возврат данного потока в технологический цикл.

3. Замена загрузки в механическом фильтре на минеральное базальтовое волокно, способное эффективно задерживать взвешенные вещества и растворенные соединения железа.

Выполнение указанных мероприятий на предприятии позволит значительно снизить объемы водопотребления и использования реагентов, что сократит эксплуатационные расходы на работу водоподготовительного участка.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ ПРИВОДА БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ В ШИННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Лютцев М.С. – студент, Курочкин Э.С. – к.х.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Уникальные конструкционные свойства резины предопределили столь широкое ее применение в самых различных отраслях хозяйства и в быту, по уровню развития резиновой промышленности в стране можно судить о состоянии ее тяжелой индустрии (и прежде всего машиностроительных отраслей). Чем сложнее и совершеннее техническое устройство, тем больше в нем, как правило, использовано резиновых деталей.

К резиновой промышленности относятся производства шин, резинотехнических и асбестотехнических изделий, резиновой обуви, изделий народного потребления, шиноремонтные. На долю резиновой промышленности приходится около 40 % от суммарной валовой продукции нефтепереработки и нефтехимии, при этом на производство шин - более 15 %. В настоящее время мировая резиновая промышленность ежегодно перерабатывает около 12 млн. т. каучука, 6 - 7 млн. т. технического углерода, 3 - 4 млн. т. корда и технических тканей. Годовая стоимость мировой продукции резиновой промышленности оценивается примерно в 25 - 30 млрд. руб.

Шинная промышленность – одна из ведущих отраслей нефтеперерабатывающей и нефтехимической промышленности. Развитию шинной промышленности придается огромное значение, так как от количества и качества шин зависит работа автомобильного и авиационного транспорта, строительных, дорожных, сельскохозяйственных и других машин. Главное народнохозяйственное значение шинной промышленности заключается в том, что от качества ее продукции заметно зависит развитие таких ключевых отраслей, как автотракторная промышленность, автотранспорт, авиация, сельское хозяйство, строительство и др. Совокупность технических свойств шины как одного из важнейших конструктивных элементов машины непосредственно определяет скоростные и нагрузочные параметры автомобилей и других наземных транспортных средств, безопасность движения, проходимость в тяжелых условиях, эффективность работы тракторов, комбайнов и других сельскохозяйственных и строительно-дорожных машин, скорость взлета и грузоподъемность самолетов и т. д.

В настоящее время относительно высокий уровень механизации и автоматизации, достигнут на многих шинных заводах страны. Капитальные затраты, приходящиеся на механизацию и автоматизацию наиболее трудоемкого участка заводов – подготовительного цеха, достигают 60 % стоимости основного технологического оборудования. Одной из стадий технологического процесса в подготовительном цехе является гранулирование резиновой смеси с получением цилиндрических гранул размером 20×20 мм с применением червячной и гранулирующей машины МЧГ-380/450 и последующим окунанием их в ванну с мыльным раствором, исключая слипание гранул до момента использования. В процессе гранулирования гранулы нагреваются до 80-110 °. На последующей стадии гранулы должны быть высушены и охлаждены по нормам до 30-40 °С в барабанной сушилке.

Процесс охлаждения является весьма ответственным, влияющим на качество резиновой смеси, и в итоге на качество готовой продукции. В неохлажденных гранулах имеет место так называемая «подвулканизация», что делает их малопригодными к применению со снижением качества шин или к браку.

Барабанные сушилки недостаточно эффективны для процессов теплообмена из-за их массивности и трудности управления теплообменом по выходному параметру – температуре гранул.

В работе предлагается выполнить реконструкцию узла привода барабанной сушилки путем установки частотного преобразователя. Частотные преобразователи применяются для регулирования скорости вращения асинхронных электродвигателей путем изменения частоты напряжения питания электродвигателя. Применение частотно-регулируемого привода позволяет осуществлять регулирование скорости в широком диапазоне, как в процессе работы, так и при разгоне и торможении.

Система автоматического регулирования в этом случае состоит из: датчика температуры – термпары, частотного преобразователя и электродвигателя. При повышении температуры гранул в барабане выше 30-40 °С частотный преобразователь плавно уменьшает частоту вращения асинхронного двигателя и следовательно, уменьшается число оборотов барабанной сушилки. Время пребывания материала в сушилке увеличивается, что приведет к снижению температуры гранул до заданного.

Конструктивным решением при реконструкции является предложение измерять непосредственно температуру гранул на выходе из барабана. Традиционно непросто

моментом является установка приборов контроля во вращающемся барабане. Предлагается установить небольшой промежуточный «проточный» бункер с отбором части гранул из барабана и в этом бункере установить в движущемся слое материала (гранул) термопару. Таким образом, появляется возможность регулировать процесс охлаждения по заданному параметру (температуре воздуха на выходе из барабана), а не косвенно, как это делается зачастую.

Применение частотного преобразователя позволит улучшить качество резиновой смеси, достичь энергосбережения и снизить себестоимость конечной продукции.

## ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА УМЯГЧЕНИЯ ПРИРОДНОЙ ВОДЫ ОБРАТНЫМ ОСМОСОМ

Мамонтова Е.П. – студент, Куртукова Л.В. – аспирант, Сомин В.А. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Наличие в природной воде солей жесткости представляет серьезную проблему, которая существенно затрудняет использование воды как в питьевых, так и в производственных целях. Жесткость поверхностных вод подвержена заметным сезонным колебаниям, достигая обычно наибольшего значения в конце зимы и наименьшего в период половодья, когда обильно разбавляется мягкой дождевой и талой водой. При этом в поверхностных водах, как правило, меньше соединений кальция и магния, чем подземных. Для Алтайского края исходя из его географического положения, гидрогеологических условий целесообразно рассматривать в качестве потенциальных источников водоснабжения для городов преимущественно поверхностные воды, для сельских населенных пунктов – подземные.

Умягчение вод осуществляют преимущественно электродиализом, катионированием, реагентным умягчением. Одним из наиболее перспективных методов устранения жесткости является обратный осмос, заключающийся в прохождении воды через полупроницаемую мембрану из более концентрированного раствора в менее концентрированный под воздействием давления, превышающего разницу осмотического давления разделяемого раствора. В последнее время появилось множество мембранных элементов, обеспечивающих высокую степень очистки, поэтому представляет интерес вопрос определения наибольшей эффективности очистки воды от солей жесткости при различном давлении.

Исследования проводились на мембранном элементе RE1810, изготовленном из полиамида. На рисунке 1 представлены зависимости эффективности извлечения ионов жесткости от давления для начальных концентраций 7 и 10 мг-экв/л.

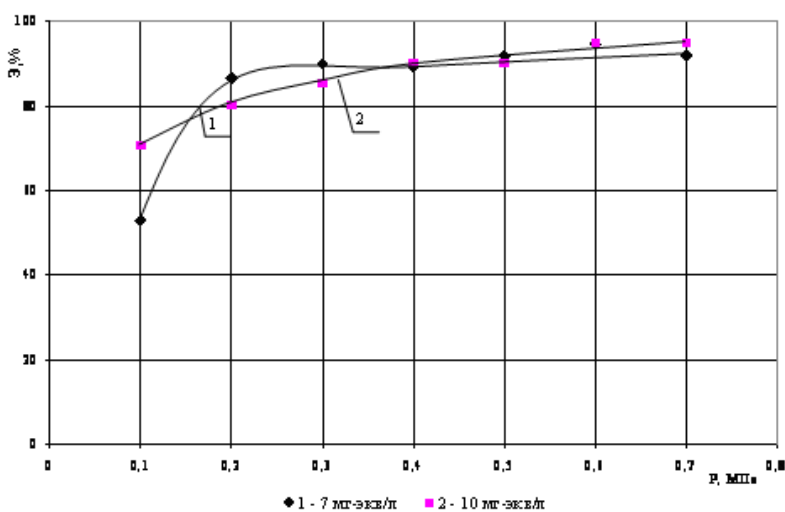


Рисунок 1 – Зависимость эффективности извлечения ионов жесткости от давления

В результате исследований было выявлено, что наибольшая эффективность (92 %) для концентрации 7 мг-экв/л наблюдается на участке 0,3-0,7 МПа. При концентрации 10 мг-экв/л ход кривой более плавный, при этом максимальная эффективность составляет 95 % на участке от 0,5 до 0,7 МПа.

Также были получены результаты по обратноосмотическому разделению модельного раствора с высокой начальной концентрацией ионов жесткости 40 мг-экв/л (рисунок 2).

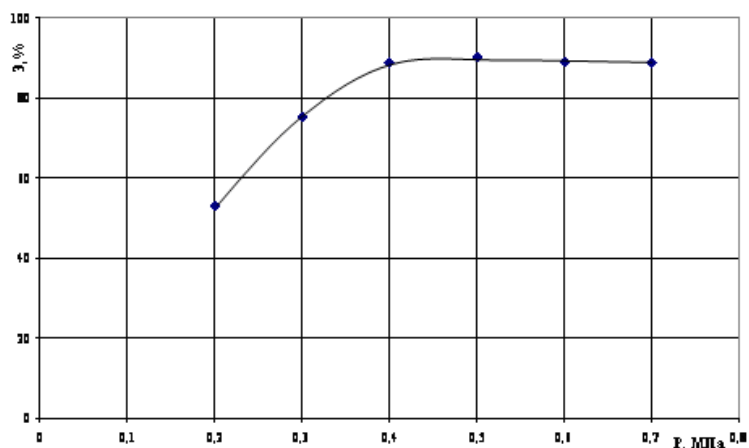


Рисунок 2 – Зависимость эффективности извлечения солей жесткости от давления при начальной концентрации 40 мг-экв/л

Как видно из рисунка, при рабочем давлении от 0,2 МПа до 0,4 МПа эффективность разделения увеличивается с 57 % до 90 %. В дальнейшем при увеличении давления эффект очистки не изменяется.

Таким образом, высокая эффективность очистки воды от соединений жесткости при наименьших эксплуатационных затратах достигается при давлении от 0,2 МПа до 0,7 МПа для начальных концентраций менее 7 мг-экв/л, и от 0,4 МПа до 0,7 МПа для начальных концентраций до 40 мг-экв/л.

## ОЧИСТКА РАССОЛОВ ДЛЯ ПОСОЛКИ СЫРОВ

Рузаева Н.А. – студент, Полетаева М.А. – к.т.н., доцент

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Сыр – это пищевой продукт, вырабатываемый из молока путем коагуляции белков, обработки полученного белкового сгустка и последующего созревания сырной массы. При созревании все составные части сырной массы подвергаются глубоким изменениям, в результате которых в ней накапливаются вкусовые и ароматические вещества, приобретаются свойственные данному виду сыра консистенция и рисунок [1].

Производство сыра включает такие стадии процесса как: приемка и подготовка молока к свертыванию; выработка сырного зерна; формование; прессование (самопрессование); посолка; созревание и хранение.

Наиболее известной и распространенной системой является погружение головки сыра в рассол определенной концентрации (20-21%), температуры (10-12°), кислотности (рН рассола 5,0-5,2) как одиночных головок, так и головок сыра в контейнерах из нержавеющей стали, которые помещаются в бетонных или нержавеющей бассейнах.

Рассол в результате многократной посолки партий сыров постепенно насыщается различными веществами, поступающими из сыра (растворимые белковые вещества, минеральные соли, молочный сахар, молочная кислота, липиды, частица казеина и др.). Они служат питательной средой для развития различных гнилостных бактерий, дрожжей, плесеней, патогенных микроорганизмов и т. д.

Параллельно с химическим загрязнением даже при строгом соблюдении санитарных норм и правил неизбежно происходит обсеменение рассола микрофлорой. Микроорганизмы попадают в рассол из воздуха производственных помещений и воды [2].

Вредная микрофлора, развиваясь в рассоле, вызывает постепенную его порчу. Диффузия такого затхлого рассола в сырную массу, а также его адсорбция сыром приводит к тому, что продукт получается недоброкачественным, имеющим затхлый вкус и запах. Такие сыры



являются нестандартными и обычно подлежат промышленной переработке. Поэтому необходимо своевременно очищать рассол от нежелательных веществ.

На предприятиях молочной промышленности Алтайского края очистка рассолов не производится. Поваренная соль, которая используется для приготовления рассола, в итоге насыщается различного рода загрязнениями и на дне соляных бассейнов образуется илистый осадок, который в последующем подлежит утилизации.

Для того чтобы сократить расходы поваренной соли, необходимой для приготовления рассола, автоматизировать процесс приготовления рассола и осуществлять контроль за его качеством, целесообразно проводить регенерацию отработанных рассолов.

Известны как физические методы очистки рассолов: фильтрация, тепловой метод (с помощью ультрафиолетового облучения), так и химическая обработка рассолов (перекисью водорода, гипохлоритом натрия, сорбиновой кислотой). Используют эти методы недостаточно широко вследствие их малой эффективности, высокой стоимости или в связи с ограничениями, установленными действующими санитарными нормами.

Флотационный процесс происходит непосредственно в самом соляном бассейне, из которого на время вынимают просаливаемые сыры. Недостатки данного метода: громоздкость оборудования; потребность в увеличении производственных площадей; отсутствие очистки от микрофлоры и химических веществ.

Самый дешевый способ восстановления рассола – кизельгур-фильтрация. Стоимость оборудования может быть в пять раз ниже по сравнению с мембранной фильтрацией, несмотря на то, что выше затраты на обслуживающий персонал. И в этом случае достаточно много ручного труда и выше затраты на расходные материалы [3].

Микрофильтрация соответственно занимает среднее положение и отличается высокой стоимостью оборудования и очень низкими затратами на расходные материалы. Предлагаемый способ очистки рассола позволяет провести очистку не только от (оседающих) крупных и взвешенных частиц, но и в определенной степени от микробного обсеменения. Но при этом важно, что процесс полностью автоматизирован и очень хорошо вписывается в поточные высокоавтоматизированные линии производства сыра.

В последнее время по данным российских ученых, наибольшую актуальность приобретает метод очистки рассолов от посторонней микрофлоры и прочих загрязнений с использованием процесса ультрафильтрации. Многие фирмы, которые поставляют мембранное оборудование для очистки рассолов, постоянно подчеркивают важность того, что их установки не затрагивают так называемый естественный баланс рассола.

Мембранная фильтрация является эффективным средством поддержания рассола на высоком санитарно-гигиеническом уровне. Очистку можно осуществлять непрерывно в течение суток. Энергетические затраты на один цикл очистки примерно в 10 раз меньше чем на пастеризацию при практически одинаковой эффективности. Использование ультрафильтрационных методов является перспективным энергосберегающим методом восстановления эксплуатационных свойств рассолов. Энергетические затраты при использовании мембранных способов примерно в 10 раз ниже затрат при использовании теплового способа пастеризации. Рассол, периодически очищаемый с помощью передоложенного способа, можно не менять в течение нескольких лет [4].

Осветляющая способность (удаление взвешенных коллоидных частиц) использованных микро- и ультрафильтров практически одинакова, степень задержания микробиологических объектов значительно различается. Это обстоятельство может быть использовано для подбора оптимального типа мембраны, селективно разделяющей патогенную и полезную микрофлору в конкретных производственных условиях.

На кафедре ХТиИЭ путем совместной работы студентов и аспирантов была создана ультрафильтрационная установка для очистки сырных рассолов. Данная установка позволяет изучать процесс очистки рассолов как в лабораторных, так и в полупромышленных условиях. Результаты полученных экспериментальных исследований будут положены в

основу разработки технологий очистки рассолов для посолки сыров на предприятиях молочной промышленности Алтайского края.

#### **Список используемых источников**

1 Кузнецов В.В. Справочник технолога молочного производства. Технологии и рецептуры Т.3. Сыры – СПб.: ГИОРД, 2003. – 512 с.

2 Патент 2051109, МПК<sup>7</sup> C02F1/24, C02F1/40 Способ очистки рассолов / Сахаров С.Д.; Кобылин С.И.; Уманский М.С.; Хавров В.Ф.; Заявитель и патентообладатель Алтайский филиал ВНИИ маслodelьной и сыродельной промышленности .- №5066217/26 ; заявл. 24.02.1992; опубл 27.12.1995. – Режим доступа: <http://ru-patent.info/20/50-54/2051109.html>

3 Мордвинова В. Посолка полутвердых сыров: технология производства /Продовольственный торгово-промышленный портал. - ОДО "Точно-вовремя". – Электронный журнал, 2010.- Режим доступа <http://www.produkt.by/Science/print/165>

4. Очистка рассолов для посолки сыров / Сайт компании «Альтаир». – Электронный ресурс, 2011.-Режим доступа: <http://www.altair-aqua.ru/catalog0003>

### **ИССЛЕДОВАНИЯ ПО МОДИФИКАЦИИ ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

Радченко Н.П. – студент, Фогель А.А.– аспирант, В.А. Сомин – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Одними из наиболее распространенных загрязнителей окружающей среды являются нефтепродукты, источниками поступления которых являются не только нефтедобывающие и нефтеперерабатывающие предприятия, но практически все производства, которые используют нефтепродукты в качестве смазочно-охлаждающих жидкостей, топлив и т.п. Кроме того, загрязнение может происходить вследствие неорганизованного отвода ливневых стоков с селитебной территории. Попадание нефти и её компонентов в окружающую среду вызывает изменение физических, химических и биологических характеристик природной среды обитания, нарушает ход естественных биохимических процессов. Загрязнение поверхностных вод также может повлечь за собой загрязнение почвы и грунтовых вод.

Предельно допустимая концентрация нефтепродуктов для водоемов рыбохозяйственного назначения составляет 0,05 мг/л. При такой концентрации нефтепродукты, как правило, находятся в растворенном состоянии и очистка от них возможна с использованием сорбционных методов. В качестве адсорбентов используются различные неорганические и органические вещества природного и искусственного происхождения. Синтезированные сорбенты способны обеспечить довольно высокую эффективность очистки воды, однако их применение ограничивается дороговизной и достаточно жесткими требованиями к воде, направляемой на очистку. Поэтому создание новых типов сорбентов, позволяющих исключить подобные недостатки, является важной научно-практической задачей. Для ее решения нами были проведены исследования по очистке воды от нефтепродуктов с использованием отходов деревообработки – древесных опилок.

Первоначально была изучена сорбционная емкость сосновых и осиновых опилок по отношению к растворенным нефтепродуктам. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

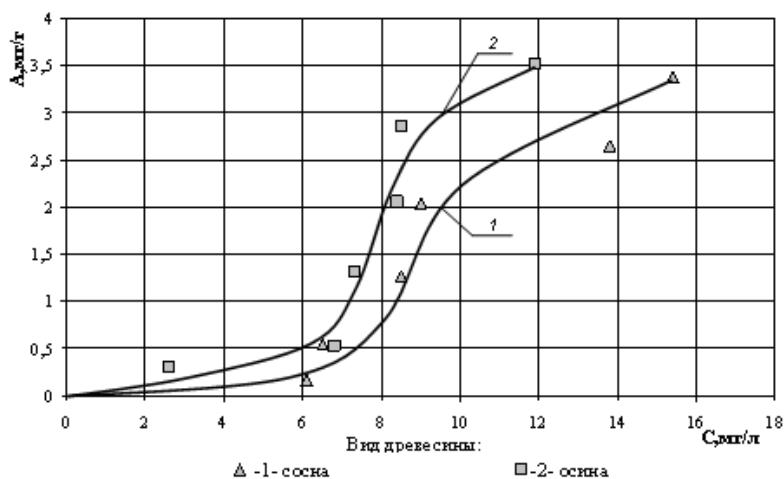


Рисунок 1 – Сорбционная емкость опилок по нефтепродуктам

Для увеличения сорбционной емкости опилок их необходимо гидрофобизировать, что достигается обработкой гидрофобизирующим агентом, в качестве которого был выбран технический парафин. Соотношение опилок и парафина составляло 1:1 и 1:2, у полученных материалов изучалась статическая емкость по отношению к нефтепродуктам. На рисунке 2

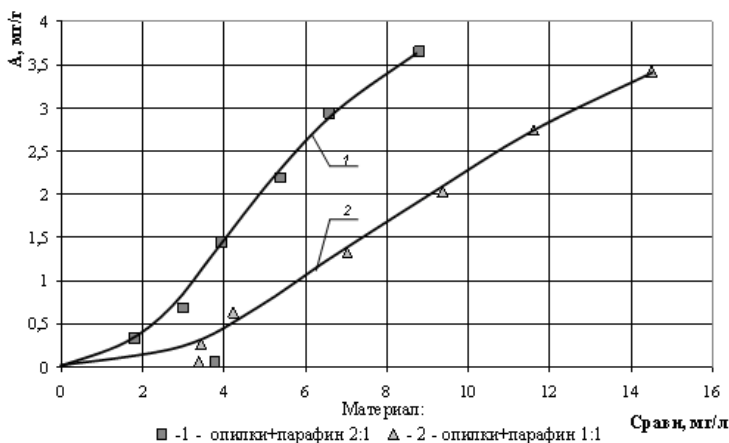


Рисунок 2 – Сорбционная емкость материалов на основе опилок и парафина по нефтепродуктам

Также была определена эффективность очистки воды от нефтепродуктов на опилках и материале, приготовленном из опилок и парафина в соотношении 2:1, в динамических условиях. Результаты представлены на рисунке 3.

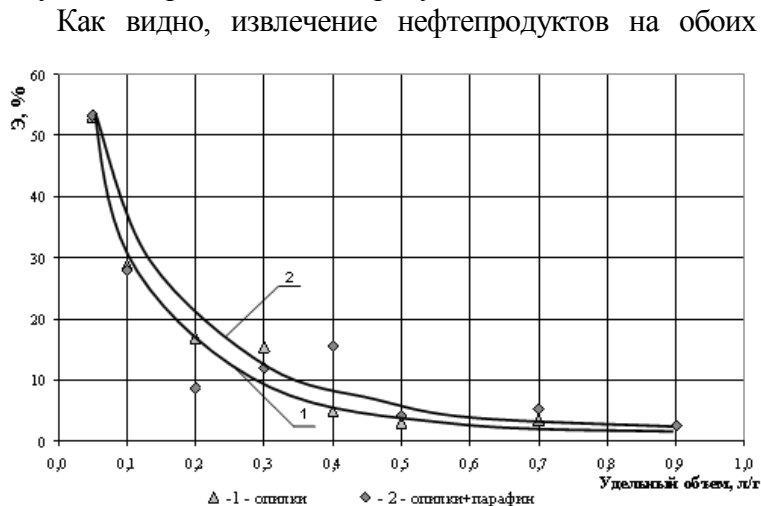


Рисунок 3 – Зависимость эффективности извлечения нефтепродуктов из воды от удельного пропущенного объема раствора

Видно, что максимальная сорбционная емкость в случае использования осиновых и сосновых опилок достигает примерно одинаковых значений (3,5 мг/г и 3,4 мг/г) соответственно. Кривые имеют S-образный характер, что позволяет сделать вывод о том, что адсорбция происходит в мономолекулярном слое. Таким образом, вид древесины практически не оказывает влияния на сорбционную емкость опилок.

представлены результаты экспериментов по определению сорбционной емкости данных материалов.

Как видно из рисунка 2, для обоих материалов с парафином не был достигнут предел насыщения, о чем говорит отсутствие горизонтального участка на кривых. При этом выявлено, что использование материала с долей парафина в опилках 1:1 нецелесообразно, поскольку увеличение количества парафина не повышает сорбционную емкость материала.

Как видно, извлечение нефтепродуктов на обоих сорбентах осуществляется примерно одинаково, при этом максимальная эффективность достигает 53 %. Отмечено, что при пропускании первых порций раствора эффект очистки довольно резко снижается.

Поскольку изменения в сорбционной емкости материала на основе опилок и парафина незначительны, требуется поиск других модификаторов, способных обеспечить более эффективную очистку от нефтепродуктов.

## ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД МОЛОЧНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Осадчая О.С. – студент, Полетаева М.А. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова

Алтайский край входит в «десятку» лидеров России по производству молока (в 2010 г. 4-е место). В состав молочной промышленности входят предприятия по производству животного масла, цельномолочной продукции, молочных консервов, сухого молока, сыра, брынзы, мороженого, казеина и другой молочной продукции [1].

В молочном производстве образуется два вида сточных вод: производственные (70%) и хозяйственно-бытовые (30%).

Стоки образуются в процессе переработки молока и мойки технологического оборудования, трубопроводов, тары и производственных помещений, содержащие нерастворимые хлопья белковых веществ, частицы жира, растворимый молочный сахар, растворы белковых веществ, моющих и дезинфицирующих средств. Также в стоках могут содержаться нефтепродукты.

Сточные воды общим потоком сбрасываются на городские очистные сооружения, следовательно, они должны соответствовать предъявляемым требованиям.

На одном молочном предприятии Алтайского края параметры стоков превышают нормативы по нескольким показателям:

<i>Параметры стока</i>	<i>Требуемые<sup>1</sup></i>
1.Рн-9-10	1.Рн-6,5-8,5
2.Нефтепродукты -2,5 мг/дм <sup>3</sup>	2.Нефтепродукты -1,3 мг/дм <sup>3</sup>
3.Жир-30 мг/дм <sup>3</sup>	3.Жир-5 мг/дм <sup>3</sup>
4.Взвешенные вещества – 600 мг/дм <sup>3</sup>	4.Взвешенные вещества – 200 мг/дм <sup>3</sup>
5.Хлориды -160 мг/л	5.Хлориды -60 мг/л
6.Фосфаты -12-13 мг/л	6.Фосфаты -1 мг/л
7.БПК5 – 900	7.БПК5 – 90
8.Азот аммонийный -6,02 мг/дм <sup>3</sup>	8.Азот аммонийный -14 мг/дм <sup>3</sup>
9.СПАВ-0,42	9.СПАВ-1,5

Общее количество стоков, отводимых в ООО «Барнаулский водоканал» составляет 2000 м<sup>3</sup>/сут.

Жиры попадают в сточные воды на различных стадиях технологического процесса, хлориды поступают с отработанными посолочными рассолами, фосфаты – с моющими веществами, показатель БПК характеризует загрязняющие вещества, поступающие со всех стадий.

Сточные воды предприятий молочной промышленности оказывают вредное воздействие на водные объекты. В результате биохимического окисления органические соединения, содержащиеся в сточных водах, из водоемов поглощают большое количество кислорода, в результате чего фауна и флора водоемов могут погибнуть.

Для очистки сточных вод, содержащих значительные количества органических веществ, применяют сооружения первичной (механической, физико-химической, электрохимической) и вторичной (биологической) очистки [2].

Механическую очистку применяют для удаления из сточных вод нерастворимых примесей. Для такой очистки используют решетки, сита, песколовки, отстойники, жироловки, различные фильтры. Этим способом можно извлечь взвешенные вещества, жиры.

---

<sup>1</sup> Нормы установлены для предприятия в соответствии с постановлением администрации Алтайского края № 348 06.08.2010 «Об утверждении порядка взимания платы за сброс сточных вод и загрязняющих веществ в системы канализации г. Барнаула»

Из физико-химических способов очистки наиболее распространены флотационный и сорбционный методы, а также метод коагуляции. Флотацию и коагуляцию используют для извлечения нерастворимых диспергированных примесей, жиров, ПАВ.

К электрохимическим методам относят электрофлотацию и электрокоагуляцию, используемые для очистки сточных вод от различных растворимых и диспергированных примесей.

Указанные методы используют для очистки стоков в различных комбинациях с учетом характера сточных вод.

Ввиду широкого спектра загрязнений значительно усложняется технологическая схема очистки стоков молочного комбината. Для разработки эффективной системы очистки его сточных вод нами проведен анализ источников образования сточных вод предприятия, определены условия отвода стоков в канализационную сеть, а также их состав и характеристика.

Нами предлагается отдельный отвод стоков предприятия. Создание системы очистки ливневого стока позволит предотвратить попадание нефтепродуктов и взвешенных веществ в общий сток предприятия. Организация водооборотного цикла по рассолу позволит снизить количество сточных вод предприятия, а также исключить в составе стоков хлориды.

Дальнейшие исследования направлены на разработку комплексной очистки сточных вод основного технологического цикла предприятия с учетом возможности возврата очищенных стоков на повторное использование, что позволит снизить количество сточных вод предприятия, а также снизить общее водопотребление предприятия.

**Список использованных источников:**

1. Ливенская Г.Н. Характеристика состояния производства переработки молочной продукции в России /Журнал научных публикаций аспирантов и докторантов. – Электронный журнал.- Курск, 2010.- №6. – Режим доступа [www.jurnal.org/articles/2010/ekon48.html](http://www.jurnal.org/articles/2010/ekon48.html)
2. Родионов А.И., Клушнин В.Н., Торочешников Н.С. Техника защиты окружающей среды/ Учебник для вузов. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Химия, 1989. – 512 с.