

РЕКУПЕРАЦИЯ ЛЕТУЧИХ РАСТВОРИТЕЛЕЙ В ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Золотенина Ю.П., – студент, Иванникова Э.А. – студент, Кормина Л.А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Одним из эффективных средств, позволяющих рационально организовать производство тех видов химической продукции, при получении которых применяются органические растворители, является рекуперация – процесс улавливания паров летучих органических растворителей из вентиляционных промышленных выбросов и возвращение их в основное производство для повторного использования.

Производства асбестовых технических изделий (АТИ) и резинотехнических изделий (РТИ) являются одними из наиболее значительных источников вредных выбросов в атмосферу, которые отличаются разнообразием химического состава и агрегатного состояния – пар, аэрозоли, твердые вещества.

Столь сложный состав выделяющихся веществ объясняется большой номенклатурой изделий, разнообразием процессов их изготовления, применяемых материалов и ингредиентов.

Одним из основных видов деятельности АТИ является производство паронита и изделий из него. Паронитовая масса готовится из асбеста, резиновой смеси и бензина в массомешателях, затем вальцуется на паронитовых вальцах. Часть листового невулканизированного паронита является готовой продукцией; другая часть вулканизируется в прессах (листовой паронит) или в печах (прокладки).

Основной вредностью паронитового производства является бензин. Наибольшее количество бензина выделяется в массомешателях и на вальцах. Улавливание из воздуха испарившегося бензина имеет большое практическое значение. Во-первых, пары бензина токсичны, а во-вторых, – горючи и взрывоопасны, поэтому они должны быть удалены из рабочих помещений. Кроме того, учитывая значительную стоимость бензина – растворителя, его пары необходимо улавливать из воздуха и затем вновь возвращать в производство, благодаря чему снижается себестоимость выпускаемой продукции.

Для улавливания паров бензина массомешатели и вальцы оснащены местными отсосами, после прохождения которых бензовоздушная смесь подается на рекуперационную установку.

При изготовлении РТИ используется около 30 видов каучуков, являющихся основой резиновой смеси, свыше ста различных ингредиентов, органических добавок и растворителей. К ним относятся умягчители (газогенераторное масло, канифоль), активаторы. Использование этих веществ при производстве резинотехнических изделий приводит к содержанию в выбросах соединений углерода, серы, азота, водорода и всевозможных органических растворителей.

Практически все технологические операции производства резинотехнических изделий являются источниками выделения вредных веществ. Содержание пыли в выбросах зависит от применения в производстве твердых материалов (сажа, канифоль), состав газовых выбросов – от вида каучука и добавок.

Резиновые изделия изготавливаются разными способами: сваркой из отдельных деталей или полуфабрикатов с последующей вулканизацией, литьем резиновой смеси в форму, штамповкой.

При изготовлении резиновых смесей с помощью сварки заготовка деталей для сборки, а также формование заготовок осуществляется методом каландрования резиновых смесей.

Эти операции сопровождаются нагревом резиновой смеси, которая наносится на кордные ткани, при этом из нее выделяются различные газы и пыль талька.

Клеепромазка, а также склеивание деталей при сборке резиновых изделий занимают особое место в производстве резинотехнических изделий. На этой стадии используются

большое количество различных растворителей для изготовления резиновых клеев, обезжиривания поверхностей. Резиновые клеи изготавливаются в специальных помещениях.

При производстве клеев и прорезинивании тканей в атмосферу выделяются пары растворителей, например, бензин, или смесь бензина и этилацетата.

Рекуперация бензина и его смесей с другими растворителями в производствах АТИ и РТИ осуществляется адсорбционным методом, который позволяет решать задачи глубокой очистки технологических и отходящих промышленных газов, содержащих пары бензина.

Адсорбцию применяют для удаления большого числа различных газообразных органических загрязнений с высокой степенью очистки технологических газов.

Адсорбционный метод основан на избирательном поглощении растворителей твердым поглотителем за счет сил межмолекулярного взаимодействия. Адсорбцию целесообразно применять в тех случаях, когда концентрация примесей в отходящих газовых смесях на 2/3 меньше нижнего предела взрываемости этих компонентов и не опускается ниже 4-5 г/м³.

Успех процесса адсорбции вредных летучих растворителей, содержащихся в газовых выбросах, во многом определяется правильным выбором твердых сорбентов. Полимерные адсорбенты, такие как активированные оксиды алюминия, силикагели обладают высокой селективностью по отношению к газам с полярными молекулами. Однако присутствие таких часто встречающихся полярных продуктов, как водяной пар, может приводить к снижению их адсорбирующей способности по отношению к другим веществам или делать их вовсе неэффективными. Неспецифический адсорбент - активированный уголь - получил наиболее широкое применение. Он является одним из несложных адсорбентов, которые можно использовать для влажных газов. Вследствие неспецифичности активированный уголь адсорбирует все газы, присутствующие в малых количествах, пропорционально их концентрациям, поэтому следует учитывать тот факт, что помимо газа, который необходимо уловить, будут адсорбироваться и другие примеси. К другим достоинствам рекуперационных углей относятся небольшая удерживающая способность, кроме того, они достаточно прочны, не требуют значительных затрат энергии на преодоление гидравлического сопротивления слоя адсорбента при прохождении потока газа.

Эффективность адсорбционного метода очистки газовых выбросов во многом зависит от аппаратного оформления процесса. Адсорбционные процессы осуществляются в адсорберах периодического или непрерывного действия, причем в обоих случаях адсорбция компонента протекает непрерывно, а использование адсорбентов может быть непрерывным или периодическим. При применении адсорберов периодического действия непрерывность процесса осуществляется за счет попеременного циклического переключения адсорберов. Количество работающих одновременно в фазе адсорбции аппаратов зависит от производительности одного адсорбера и объема очищаемого вентиляционного воздуха. В данном случае адсорбционно-десорбционные процессы могут проводиться по четырех-, трех- и двухфазному способу. Выбор того или иного способа ведения адсорбционно-десорбционного процесса зависит от свойств адсорбтива и адсорбента, параметров процесса и экономических показателей.

Необходимо заметить, что поглощение вредных примесей из потока технологических газов стремятся проводить при малых линейных скоростях (до 0,5 м/с) во избежание «проскока» ингредиента. Поэтому для очистки больших объемов газовых выбросов необходимо применять адсорберы значительных размеров.

Для достижения высокой степени очистки иногда применяется двухступенчатый вариант адсорбции, особенностью которого является то, что очищаемый вентиляционный воздух проходит последовательно через два адсорбера.

Эффективность очистки выбросов летучих растворителей адсорбционным методом составляет 95 - 98 %. Реализация данного атмосферноохранного мероприятия позволит снизить максимальные концентрации вредных веществ, выделяющихся при производстве АТИ и РТИ, до нормативных показателей.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ СТЕКЛОБОЯ В ГОРОДЕ НОВОАЛТАЙСКЕ

Ломакина Е.Л. – студент, Бельдеева Л.Н. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

В коммунальном секторе образуется большое количество стеклобоя, который с экологической точки зрения является наиболее трудно утилизируемым отходом. Он не подвергается разрушениям под воздействием воды, солнечной радиации, мороза. Кроме того, стекло — это коррозионностойкий материал, который не разрушается под воздействием сильных и слабых кислот, солей, а также грибков и бактерий. Если органические отходы (бумага, пищевые отходы и пр.) полностью разлагаются уже через 1-3 года, полимерные материалы - через 5-20 лет, то стекло способно сохраняться без особы разрушений десятки и даже сотни лет [1].

В настоящее время на территории Алтайского края в качестве вторичного сырья повсеместно принимаются лом и отходы черных и цветных металлов, макулатура и пластмассы, которые имеют устойчивый сбыт. Стеклянная тара (бутылки и банки установленных образцов) принимаются в пунктах приема, расположенных в большинстве населенных пунктов края. Стеклобой и нестандартная стеклянная тара на территории края практически не принимаются и не перерабатываются. Это связано в первую очередь отсутствием экономически привлекательных технологий его переработки.

Для решения проблемы утилизации стеклобоя в городе Новоалтайске нами был рассчитан теоретически возможный объем образования стеклобоя и практически возможный объем его сбора в качестве вторичного сырья в коммунальном секторе города, проанализированы основные известные способы его переработки, разработана технологическая схема.

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

Наиболее перспективными направлениями использования стеклобоя являются:

- производство стекловолокна;
- использование дробленого стека в качестве заполнителя для асфальта;
- изготовление смешанного бесклинкерного вяжущего в производстве мелкозернистого бетона;
- производство пеностекла.

Как показал проведенный анализ, в условиях Алтайского края наиболее целесообразно использовать стеклобой в качестве заполнителя для бетона, вследствие чего можно полностью утилизировать несортированный стеклобой, значительно уменьшив площади полигонов ТБО.

Технология изготовления материалов на основе стеклобоя проста, не требует специального оборудования и позволяет организовать производство на свободных площадях действующих предприятий стройиндустрии без существенных капиталовложений [2].

Согласно предлагаемой технологической схеме стеклобой проходит последовательно стадии сортировки, дробления, помола и рассеивания на фракции. После этого стекло является полностью подготовленным для получения строительных материалов. Фракции стеклобоя более 5 мм используются в бетонах в качестве крупного заполнителя, мелкие фракции (менее 5 мм) - в качестве мелкого заполнителя (песка), а тонкомолотый порошок - как связующее.

Нами проведен расчет и подбор оборудования, разработаны решения по автоматизации технологического процесса, рассчитаны основные технико-экономические показатели.

Оборудование для утилизации стеклобоя выпускают МП «ТЕХПРИБОР» (г. Щекино) и ООО «Орский завод строительных машин», другие отечественные предприятия [2]. Предлагаемые дробильно-сортировочные комплексы позволяют получить молотое стекло различных фракций.

Управление агрегатами установки – дистанционное с пульта управления. Предусмотрена автоматическая блокировка агрегатов. Возможны различные варианты компоновки модульного дробильно-сортировочного комплекса в различной комплектации по составу отечественного или зарубежного оборудования и фракционного состава получаемого материала.

В городе Новоалтайске расположено ГУП ДХ «Новоалтайский завод мостовых конструкций» – единственное на Алтае предприятие, которое производит железобетонную продукцию для мостового, дорожного, гражданского и промышленного строительства, отвечающую современным требованиям. ОАО «Новоалтайский завод железобетонных изделий имени Иванова Г.С.» производит железобетон, железобетонные изделия и конструкции. Предприятие работает с 1960 года, имеет квалифицированный персонал, хорошую производственную базу и современное оборудование, что позволяет обеспечить выпуск высококачественной продукции. Для расширения производства и создания новых рабочих мест на этих предприятиях может быть организована утилизации стеклобоя.

Литература:

1. Степанчикова И.Г., Деревянко А.В. «Энергия, экономика, техника, экология», №1, 2009 г.
2. Оборудование для переработки стеклобоя / Электронный ресурс / - Режим доступа: www.tpribor.ru/complexdsk.html
3. Стеклобой вместо бетона / Электронный ресурс / - Режим доступа: www.tpribor.ru/otchetpomol51.html

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ПОЛИМЕРНЫХ ОТХОДОВ КОММУНАЛЬНОГО СЕКТОРА

Савина У.П. – студент, Бельдеева Л.Н. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Отходы производства и потребления представляют собой источник загрязнения окружающей среды, способствуя распространению опасных веществ, отрицательно влияющих на здоровье населения.

В состав отходов входят бумага, текстиль, стекло, пластмасса, а также пищевые, древесные отходы, черный и цветной металлолом. Особое место среди отходов занимают отходы пластмасс, в силу своих уникальных свойств, полученных в результате введения различных химических добавок, многие из которых относятся к токсичным материалам. Пластик принадлежит к материалам, которые практически не разлагаются со временем, а при сжигании выделяются крайне токсичные вещества – диоксинового и фуранового ряда.

Таким образом, чтобы продолжать использовать полимерные материалы во все возрастающих количествах, необходимо разработать эффективные методы утилизации полимерных отходов. Наиболее рациональный путь переработки отходов пластмасс – это их повторное использование. Положительной стороной повторного использования является дополнительное количество полезных продуктов для различных отраслей народного хозяйства и не происходит повторного загрязнения окружающей среды. Поэтому организация отдельного сбора отходов может решить эту проблему.

Пластмассы подразделяют на две основные группы - термопластические и терморезистивные [1]. Термопластические - это те, которые после формирования могут быть расплавлены и снова сформованы; терморезистивные, сформованные раз, уже не плавятся и

не могут принять другую форму под воздействием температуры и давления. Почти все пластмассы, используемые в упаковках, относятся к термопластическим, например, полиэтилен и полипропилен (члены семейства полиолефинов), полистирол, поливинилхлорид, полиэтилентерефталат, нейлон (капрон), поликарбонат, поливинилацетат, поливиниловый спирт и другие. Поэтому их переработка не представляет трудностей при производстве изделий из вторичного полимера. Отходы пластика перерабатывают в пленку, полимербетонные и полимерпесчаные изделия.

Несмотря на частое утверждение, что путем вторичной переработки отходов изготавливается широкий ассортимент продукции, в действительности далеко не всегда такая продукция имеет устойчивый сбыт. Особенно это касается переработки пластика. Переоценка объема рынка и объемов потенциального сбыта продукции, произведенной из вторичных полимеров, зачастую приводит к неоправданным ожиданиям, к переоценке возможностей, завышению ожидаемых объемов сбыта [2].

Из-за высоких затрат на сбор, предварительную мойку и чистку, измельчение и грануляцию бывших в употреблении полимерных изделий произведенная продукция менее конкурентоспособна. Довольно часто в ловушку привлекательной, на первый взгляд, перспективы доходов от вторичной переработки пластмасс попадает малый бизнес.

Эту проблему можно решить, вводя в практику муниципальный заказ на изделия, изготовленные целиком из вторичного пластика или с его добавлением. То же касается и других видов отходов, таких как текстиль, древесные отходы, стеклобой.

Нами был проведен анализ сырьевого потенциала ряда муниципальных образований, расположенных на территории Алтайского края с численностью населения от 15 до 70 тысяч человек, который показал целесообразность организации производств по переработке отходов пластмасс в полимерпесчаные изделия.

Разработана технологическая схема, основным аппаратом которой является экструдер. После измельчения в дробилке отходы пластика подаются в экструзионную машину, где под нагревом перемешиваются. Смешивание песка, полимеров и красителей происходит в термошнекосмесительном агрегате. Полученная полимерпесчаная масса с температурой на выходе около 170-1900С выдавливается из машины после открытия заслонки. Формование изделий производится гидравлическим прессом.

В качестве наполнителя используется сухой просеянный песок, цвет и происхождение которого значения не имеют.

Предлагаемая технология позволяет выпускать следующие виды продукции:

- плитка тротуарная;
- плитка тротуарная садовая;
- камень бордюрный;
- черепица;
- каналы для отвода воды;
- декоративный бордюр для клумб и цветников;
- канализационные люки.

Достоинствами полимерпесчаных изделий являются:

- высокая прочность материала;
- привлекательный внешний вид;
- сохранность всех качеств и характеристик на протяжении десятилетий в условиях резкоконтинентального климата;
- высокая тепло- и звукоизоляция;
- устойчивость к экстремальным температурным колебаниям и появления плесневых грибов (цветению), ввиду отсутствия пористости.
- устойчивость к агрессивным средам.
- легкость обработки материала;

- небольшой вес;
- низкая цена.

Предлагаемая технология не требует очистки и глубокой сортировки сырья. Необходимо только придерживаться соотношения: 40% мягких (полиэтилены) и 60% жестких полимеров (полипропилены, полистиролы, полиэтилентерефталат). Примерно в таком соотношении отходы пластмасс образуются в коммунальном секторе.

Основным же достоинством предлагаемой технологии является то, что практически вся продукция может использоваться для строительства и благоустройства в муниципальном хозяйстве.

Для развития переработки отходов на территории Алтайского края в первую очередь необходимо вводить в практику муниципальный заказ на изделия, изготовленные целиком из вторичного пластика или с его добавлением: тротуарную плитку, водосборные лотки, канализационные люки, бордюры, заборы, шумопоглощающие щиты, другие изделия, используемые в строительстве и благоустройстве.

Литература:

1. Кудрявцев А. В. Экспресс-метод анализа пластмасс. – Режим доступа: <http://www.recyclers.ru/modules/section>.
2. Девяткин В.В., Гаев Ф.Ф. Бытовой мусор или вторичное сырье? Твердые бытовые отходы № 10, 2009.
3. Бабанин И.В. Мусорная революция // Твердые бытовые отходы. 2009. № 3. С. 56–60.

СОВРЕМЕННЫЕ ДИФФУЗИОННЫЕ ПРОЦЕССЫ И ИХ АППАРАТУРНОЕ ОФОРМЛЕНИЕ

Бетц С.А. – студент, Шашков Ю.И. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В настоящее время все большее распространение в области массообменных процессов (особенно экстракционных) стали получать технологии с использованием в качестве экстрагентов веществ, у которых в сверхкритическом состоянии значительно возрастают селективность и емкость. Вещества, находящиеся в таком состоянии, называют сверхкритическими (СК) флюидами.

Сверхкритическим флюидом (СКФ) является вещество в состоянии, при котором исчезает различие между жидкой и газовой фазой. Любое вещество, находящееся при температуре и давлении выше критической точки становится сверхкритическим флюидом. Наибольший интерес и распространение в связи с определенными свойствами получили сверхкритическая вода и сверхкритический диоксид углерода.

Применение таких экстрагентов в экстракционных процессах можно рассматривать как один из путей решения проблем энергосбережения и удовлетворения все возрастающих требований к экологичности продуктов питания, материалов и технологических процессов в целом. Значительное преимущество в использовании сверхкритических флюидов в качестве экстрагентов – минимизация или даже отсутствие энергозатрат на этапе регенерации растворителя, которое в традиционных процессах чаще всего реализуется в виде процесса дистилляции [1].

Возможные области применения СК флюидов были рассмотрены на Всероссийской школе молодых ученых «Сверхкритические флюидные технологии в решении экологических проблем» (Архангельск, 2010 г.): Процесс трансэтерификации исходного сырья в среде сверхкритического метанола для получения биодизельного топлива; извлечение несимметричного диметилгидразина из песка методом сверхкритической флюидной экстракции. Несимметричный диметилгидразин и его производные являются главными токсикантами ракетных топлив. Использование сверхкритической флюидной

экстракции является перспективным методом извлечения НДМГ из различных почв, в том числе из песчаных. Удаление кокса при обработке $RE/\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ катализатора высококонцентрированным озоном, растворенным в сверхкритическом диоксиде углерода. Низкотемпературная обработка $Pt\text{-}Re/\gamma\text{Al}_2\text{O}_3$ смесью $\text{O}_3/\text{СК-CO}_2$ приводит не только к удалению отложений коксового типа, как с внешней поверхности, так и в значительной степени из внутренних пор гранул гетерогенных катализаторов, но и к изменению селективности каталитической реакции. Энергоэффективная технология уничтожения органосодержащих стоков на установке СК водного окисления для утилизации отходов АПК [2].

Еще одним направлением совершенствования массообменных технологических процессов стало внедрение новых насадок (регулярные и нерегулярные) взамен тарельчатых контактных устройств: нерегулярная насадка «Инжехим-2000»; рулонно-регулярная насадка IRM; в ЦКБН ОАО «Газпром» разработана регулярная насадка с наклонным движением потоков и налажено ее производство.

Разработано вихревое контактное устройство для абсорбции оксидов азота [1]. Для обеспечения химической и биологической безопасности человека, окружающей среды, широко применяют углеродные адсорбенты. Примерами такого применения являются: рекуперационная техника; санитарная очистка производственных выбросов и кондиционирование воздуха; борьба с автомобильной эмиссией топливных углеводородов; противогазовая защита при ликвидации запасов боевых отравляющих веществ; водоподготовка; обезвреживание радиоактивных стоков; детоксикация почв [3].

Литература:

1. Паникаров И.И. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки / Паникаров И.И. Гайнуллин М.Г.: Учебник. – Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Альфа-М, 2006. – 608 с.: ил.
2. Боголицын К.Г. Сверхкритические флюидные технологии в решении экологических проблем / Боголицын К.Г. //Материалы Всероссийской школы молодых ученых – Архангельск, 2010. – с. 10-14, с. 20, с. 25-29, с. 43-49
3. Мухин В.М. / Мухин В.М., Путин Б.В., Клушин В.Н. // Журнал Химическая промышленность сегодня. – 2010. - № 11. - с. 26-34

ПЕРСПЕКТИВНАЯ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИЯ РАЗДЕЛЕНИЯ НЕОДНОРОДНЫХ СИСТЕМ

Озёрская А.С. – студент, Шашков Ю.И. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

При очистке промышленных выбросов от пыли зернистыми фильтрами все больший интерес проявляется к аппаратам с подвижной зернистой насадкой, которые позволяют обеспечить непрерывную фильтрацию и расширить возможности для эффективной регенерации отработанного фильтрующего слоя. К таким аппаратам относятся зернистый фильтр с движущейся (рециркулируемой) насадкой и барабанные зернистые фильтры с вращающейся насадкой. В этих фильтрах реализован способ очистки запыленных газов, позволяющий обеспечить непрерывную работу фильтров с высокой эффективностью улавливания пыли [1].

Эффективна очистка газовых выбросов в вихревых камерах с разбрызгивающим устройством, в которых у основания конического днища вихревой камеры предлагается установить разбрызгивающее устройство. Жидкость поступает в камеру в виде капель, равномерно распределяясь по всему объему рабочей зоны, что исключает возможность проскока газа без контакта с жидкостью и увеличивает равномерность работы. [2, 3].

ООО «Данко» предложена универсальная конструкция саморегенерируемого фильтра непрерывного действия, использование которой позволяет производить очистку газовых

сред, содержащих пылевые частицы (цементная пыль, мука и др.), в том числе обладающих повышенной адгезией типа сажи. Возможна очистка сред с высокой температурой 1000°C и выше, что лимитируется лишь стойкостью материала, из которого изготовлен фильтр.

Эффективно также использование фильтра в качестве сепаратора жидкой фазы в системах конденсации парообразных веществ. Конструкция фильтра создавалась на основе промышленного опыта эксплуатации различных фильтров, а также с учетом физико-механических закономерностей процессов фильтрации [4].

Коллективом ВТИ, ИОХРАН и Тольяттинской ТЭС в рамках партнерского проекта МНТЦ № 3407 был реализован проект, целью которого являлось повышение эффективности работы мокрых центробежных скрубберов, используемых на российских электростанциях, как по улавливанию летучей золы, так и соединений ртути.

Эффективность золоулавливания может быть существенно повышена при увеличении плотности орошения коагуляторов до 0,4 – 0,5 л/нм³. Для устранения необходимости многократного увеличения расхода свежей воды на золоуловитель предложена модернизация существующих скрубберов путем оснащения их системой орошения с замкнутым циклом. Благодаря рециркуляции жидкости в замкнутом цикле такая модернизация не требует дополнительных затрат свежей воды, позволяет в широких пределах изменять плотность орошения и вводить в замкнутый цикл дополнительные химические реагенты [5].

Эффективным аппаратом для очистки промышленных газов от твердых частиц является электроциклон. Разработанный электроциклон с одним коронирующим и двумя осадительными электродами обеспечивает более высокую производительность по сравнению с существующими аналогами с одним коронирующим и одним осадительным электродами благодаря криволинейному каналу с внешней и внутренними областями активной зоны [6].

Для очистки и охлаждения дымовых газов, отходящих от печей обжига шихтовально – печного цеха, применяется барботажно – вихревой аппарат с осевым оросителем. При установке аппарата в качестве предварительной ступени очистки, на газоходе предусматривают заглушки. Барботажно – вихревой аппарат работает без стока, так как вся рециркулируемая в системе жидкость используется в технологическом процессе [7].

Литература:

1. Самохвалов Н.М. // Экология и промышленность России. – 2009. - № 4
2. Беккер В.Б. Очистка промышленных газов в абсорберах с вращающейся подвижной насадкой / Беккер В.Б., Кисельман И.Ф. // Экология и промышленность России. – 2010. - № 1
3. Родионов А.И. Оборудование, сооружения, основы проектирования химико-технологических процессов защиты биосферы от промышленных выбросов / Родионов А.И., Кузнецов Ю.П., Зенков В.В., Соловьев Г.С.. – М.: Химия, 1985.
4. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки: учебное пособие. – Пенза: изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005.
5. Зыков А.М. Эффективность золоудаления и улавливания ртути в мокрых центробежных скрубберах пылеугольной ТЭС / Зыков А.М., Аничков С.Н., Колесников С.П., Рубинская Т.Я., Стрельцова Е.Д., Леонова М.Ю., Сривастова Р. // Экология и промышленность России. – 2010. - № 1
6. Петров В.А. Электроциклон – эффективный аппарат для очистки промышленных газов от твердых частиц / Петров В.А., Инюшкин Н.В., Ермаков А.А. // Экология и промышленность России. – 2009. - № 5
7. Усманова Р.Р. Аппаратурное оформление системы очистки промышленных выбросов / Усманова Р.Р., Зайков Г.Е. // Химическая промышленность сегодня. – 2009. - № 5

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ОТХОДОВ БУМАГИ И КАРТОНА

Харинова Н.В. – студент, Бельдеева Л.Н. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

На территории Алтайского края образуется большое количество отходов бумаги, которые в настоящее время в основном захораниваются на полигонах ТБО, внося значительный вклад в загрязнение окружающей среды. В то же самое время макулатура является ценным вторичным сырьем.

Интерес к широкому использованию вторичного волокнистого сырья для получения продукции широкого назначения возник давно, но особенно повысился в начале 70-х годов XX века в связи с многократным повышением цен на энергоносители. Большинство развитых стран мира с небольшими запасами лесных ресурсов начали резко повышать долю вторичного волокна в композиции картона и бумаги. Использование макулатуры для получения продукции стало основным путем решения проблемы утилизации бумажных отходов. Это позволяет существенно экономить древесину, так как 1 тонна макулатуры заменяет около 4 м³ древесины, достичь экономии электроэнергии, производственной воды, сократить выбросы загрязняющих веществ в атмосферу.

Резкое увеличение использования макулатуры и возникновения макулатурного бизнеса открыли широкий источник сырьевых материалов. Макулатура используется в качестве вторичного сырья при производстве около 70 видов бумаги, волокнистых плит, упаковочного картона, биотоплива, кровельных, изоляционных и других строительных материалов, в производстве бугорчатых прокладок, а так же как почвогрунт для грибов.

В девяностых годах произошло значительное расширение номенклатуры макулатурных видов бумаги не только в газетном секторе бумажной промышленности, но и в секторе более высококачественных печатных видов бумаги. Тем не менее, основная часть макулатуры (до 75%) и в настоящее время используется для производства туалетной бумаги и картона [1].

Нами разработана технологическая схема переработки отходов бумаги и картона в бумагу-основу.

При проектировании и выборе технологической схемы подготовки макулатурной массы исходят из следующих факторов [2]:

- требования к выпускаемой продукции;
- вид перерабатываемой макулатуры;
- желаемая степень гибкости технологии.

Одним из решающих условий обеспечения качества готовой продукции, в том числе прочностных показателей, является сортирование макулатуры по маркам и улучшение ее очистки от различных загрязнений. Макулатура не должна содержать:

- бумагу и картон, не пригодные для переработки (покрытые полиэтиленом и другими полимерными пленками, лаком, смолами, тканью, фольгой, парафинированные, битумированные, промасленные, пропитанные химическими веществами, прелую и горелую бумагу и картон, проклеенные термопластическим клеем корешки книг)
- бумагу и картон, собранные в лечебных и зооветеринарных учреждениях и т.д.
- посторонние включения, такие как тряпье, веревки, деревянные изделия, стекло, керамику, целлофан, пенопласт и т.д.

Переработка макулатуры для использования в производстве бумаги и картона осуществляется по мокрой технологии и включает следующие операции:

- роспуск;
- очистку от посторонних примесей;
- дороспуск макулатурной массы;
- тонкую очистку.

Разволокнение или роспуск макулатуры - это первая технологическая стадия в системе ее переработки в массу на бумажных и картонных фабриках. На стадии разволокнения происходит смешение макулатуры с водой и разделение ее на волокна для получения волокнистой суспензии (макулатурной массы). На этой стадии из макулатурной массы удаляются крупные фракции загрязнений, производится частичное отделение мелких загрязнений, связанных с отдельными волокнами. Роспуск макулатуры на волокна осуществляется в водной среде в гидроразбивателях при концентрации 4-6%.

Для окончательного разволокнения пучков волокон макулатуры применяется турбосепаратор, в котором происходит предварительное сортирование массы с выделением тяжелых и легких загрязнений.

После разволокнения и предварительного сортирования макулатурная масса содержит посторонние включения различной плотности, прошедшие через сита системы роспуска макулатуры. Эти включения удаляют в два этапа: грубой очистки массы при высокой концентрации и тонкой очистки массы при низкой концентрации. Основное назначение первого этапа - предохранить оборудование последующих стадий очистки и сортирования от абразивного износа. Второй этап очистки предназначен для увеличения срока службы размалывающих элементов мельниц и повышения надежности работы бумагоделательной машины.

В качестве основного оборудования предлагается использовать круглосетчатую бумагоделательную машину, т.к. она обладает рядом преимуществ: для организации производства требуются меньшие затраты на оборудование и электроэнергию, а так же небольшие производственные площади, оборудование является экологически чистым и практически безотходным [3].

Выбранная машина позволяет получать более мягкое бумажное полотно, кроме того существует возможность производить бумагу толщиной от 13 до 40 г/м².

Литература:

1. Ванчаков М.В. и др. Технология и оборудование для переработки макулатуры. /Электронный ресурс/ – Режим доступа: <http://www.twirpx.com/file/256036/>.
2. Переработка макулатуры. /Электронный ресурс/ – Режим доступа: <http://www.505-17-84.ru/tm.php>.
3. Оборудование целлюлозно-бумажного производства. В 2-х томах. Т. 2. Бумагоделательные машины / В.А. Чичаев, М.Л. Глезин, В.А. Екимова и др. – М.: Лесная пром-сть, 1981. – 264 с.

РЕКОНСТРУКЦИЯ СХЕМЫ ЗОЛОУДАЛЕНИЯ КОТЛОВ БТЭЦ-3

Храмова Л.В. – студент, Андреева Н.Г. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Барнаульская ТЭЦ-3 является основным источником электро- и теплоснабжения промышленных предприятий Северо-Восточного и Центрального районов города. Химическая энергия топлива превращается в тепло, которое передается воде и водяному пару. Пар преобразуется в механическую и электрическую энергию. Электрическая энергия и часть тепловой энергии в виде пара и горячей воды поступают потребителям.

В качестве основного топлива на ТЭЦ-3 для энергетических котлов используется бурый уголь Назаровского месторождения Канско-Ачинского бассейна. Энергетические котлы оборудованы электрофильтрами, степень очистки которых равна 98 %.

Основной проблемой процесса получения энергии из твердых топлив является образование большого количества золошлаковых отходов, на Барнаульской ТЭЦ-3, оно составляет около 120 тыс.т. в год. Способов утилизации этих отходов практически нет, поэтому производится их складирование на золоотвалах. Система золоудаления на БТЭЦ-3 и золоотвал приведены на рисунке.

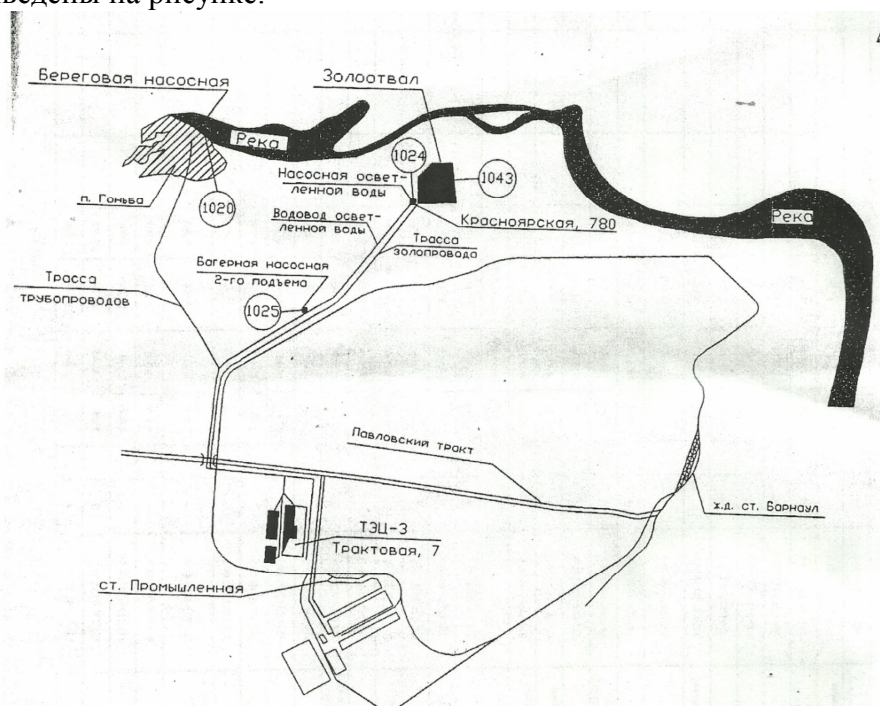


Рисунок 1 – Расположение золоотвала БТЭЦ-3

Золоотвалы занимают огромные территории, имеют ряд существенных недостатков – пыление, сброс воды (при «мокром» способе золоудаления) в водоемы.

Исходя из выше изложенного, проблема утилизации золошлаковых отходов является актуальной.

Общепризнанно, что гидравлическое удаление высоко-кальциевых золошлаков Канско-Ачинских углей, сжигаемых на БТЭЦ-3, весьма проблематично в связи с интенсивным обрастанием оборудования и трубопроводов минеральными отложениями, низкой экономичностью систем гидрозолоудаления (ГЗУ) с оборотным водоснабжением, отсутствием вблизи ТЭЦ свободных земель, пригодных для организации золоотвалов, загрязнением грунтовых вод щелочными высокоминерализованными фильтрационными водами отвалов и т.п.

Существуют альтернативные гидрозолоудалению способы удаления и складирования высоко-кальциевых золошлаков: с предварительной грануляцией; полусухой (удаление золошлаков с увлажнением от 18 % до 25 %); полумокрый (удаление золошлаков в виде высококонцентрированной пульпы).

Все указанные технологии предусматривают раздельное удаление золы и шлака, пневмосбор сухой золы и возможность отгрузки ее потребителям, обезвоживание шлака при его гидравлическом удалении от топок котлов и возможность отгрузки обезвоженного шлака потребителям. При хранении гранулированной золы на отвалах загрязнение природных вод вредными веществами из золы, а так же пыление практически исключается.

Полусухой способ удаления высоко-кальциевых золошлаков заключается в пневмосборе золы и обезвоживании шлака, увлажнении золы до влажности 18-25% (исключающей пыление при загрузке, транспортировке и разгрузке). Уложенный на отвале золовый массив представляет собой монолит, загрязнение природных вод вредными веществами из отвала и пыление практически исключается.

Полумокрый способ удаления золошлаков - способ удаления в виде твердеющей высококонцентрированной водозолошлаковой смеси (ТВС) включает в себя пневмосбор золы и обезвоживание шлака, их смешение с водой или сточными водами до состояния пульпы, перекачку перевозку в отвал, где она намывается слоем 0,5 м и начинает твердеть. Это позволяет при сооружении отвалов отказаться от дорогостоящих ограждающих дамб и специальных противофильтрационных экранов из различных природных и искусственных материалов.

Из-за того, что ТЭЦ по условиям своего графика работает с переменной нагрузкой в течение года, выход золы неравномерен. Заводы же по переработке золы должны работать ритмично. Хранение сухой золы представляет определенные трудности. В этой связи предлагается в зимнее время часть золы направлять на грануляцию. Золовые гранулы в дальнейшем могут быть сырьевой базой для стройиндустрии или применяться в дорожном строительстве. Хранение гранул в открытом сухом складе не требует специальных защитных мероприятий и не создает опасности пыления.

Наилучшие показатели по утилизации будут иметь золошлаковые отходы, получаемые после сжигания КУ в котельных агрегатах с циркулирующим кипящим слоем, которые обеспечивают не только резкое снижение выбросов окислов азота и серы, но и выдают золошлаковые отходы, которые успешно можно применять в промышленности для получения глинозема и строительных материалов. Это позволяет удешевить электростанцию за счет резкого сокращения территорий, необходимых для складирования золы, снизить загрязнение окружающей среды.

Возможно использование золы углей в производстве сульфата алюминия и глинозема, являющимся средством для очистки сточных и питьевых вод, а также применяемых в больших количествах в целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей, легкой, химической и других секторах промышленности. Дефицит сульфата алюминия только в районе Западной Сибири составляет 77...78 тыс. т. Целесообразно производство из золы и редких и рассеянных металлов, в первую очередь галлия, германия, ванадия и скандия.

Применение хотя бы части изложенных выше способов может решить часть проблем по утилизации золы и шлака на БТЭЦ-3.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ПЕРИОДИЧЕСКОЙ РЕКТИФИКАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КРЕМНИЙОРГАНИЧЕСКИХ ЭМАЛЕЙ

Балобанова А.Н. – студент, Клейменова М.Н. – аспирант, Лазуткина Ю.С. - к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Основная причина загрязнения биосферы – ресурсоемкие и загрязняющие технологии переработки и использования сырья. Именно эти, так называемые традиционные технологии, приводят к огромному накоплению отработанных веществ и к необходимости очистки сточных вод и утилизации твердых отходов. Разработка малоотходных ресурсосберегающих технологий, а также оптимизация схем разделения в химической промышленности позволит снизить затраты энергии, сократить нормы расхода сырья и уменьшить нагрузку на окружающую среду, а также выделить дополнительные количества целевого и побочных продуктов.

затруднено из-за наличия в ее составе значительного количества бинарных и тройных азеотропов.

На основе справочных данных [1-3] было подтверждено наличие целого ряда двойных (этанол-толуол, этанол-вода, бутанол-толуол, бутанол-хлорбензол, бутанол-вода, толуол-вода, хлорбензол-вода) и тройных азеотропных систем (бутанол-толуол-вода, вода-этанол-хлорбензол, этанол-вода-толуол, толуол-бутанол-хлорбензол, вода-бутанол-хлорбензол).

Однако литературный анализ не дал полноты данных об азеотропии во всех бинарных и тройных составляющих. В связи с этим необходимо проведение экспериментальных исследований по азеотропии или парожидкостному равновесию (ПЖР) в системах: этанол-хлорбензол, толуол – хлорбензол, этанол-бутанол-толуол, этанол-толуол-хлорбензол, данные по которым отсутствуют в литературе. Фазовые равновесия исследовались в изобарических условиях при атмосферном давлении в циркуляционном приборе Джилеспи. Температура кипения измерялась ртутным термометром с ценой деления 0,5°С с учетом поправки на давление и выступающий ртутный столбик по правилу Крафта.

Экспериментальные, спрогнозированные и литературные данные по ПЖР подвергались математическому описанию с помощью уравнения Вильсона в программной реализации НИИНЕФТЕХИМа, г. Уфа. Результатом математической обработки являются параметры бинарного взаимодействия (λ_{12} , λ_{21}) для двухкомпонентных систем БСТ [4]. Они адекватно воспроизводит особенности фазового пространства исходной пятикомпонентной смеси и позволяет моделировать процесс ректификации изучаемой смеси с помощью программы «PERIOD» ЛФХПРС, НИФХИ им. Л.Я. Карпова.

Оптимизируемыми параметрами колонн периодического действия являлись [5]:

- общая эффективность колонны (число теоретических тарелок) – N;
- флегмовое число – R;
- время отбора в дистиллят - τ .

Для колонн периодической ректификации, исходя из потока питания, устанавливали объем куба (V_k). С учетом рассчитанных скоростей пара и заданного диаметра колонны (d_k), определяли объем парового потока. Указанные параметры оставались стабильными для заданного потока питания.

В качестве критерия оптимизации параметров режима каждой ректификационной колонны служил минимум энергетических затрат при заданном качестве продуктов разделения. Для процесса периодической ректификации поиск оптимального времени отбора в дистиллят (τ) осуществляли одновременно с варьированием N и R.

Оптимизацию параметров режима работы первой периодической колонны в схеме, представленной на рисунке 1, проводили при следующих требованиях к дистилляту:

- 1) максимальное содержание толуола;
- 2) отсутствие бутанола и хлорбензола.

Расчет проводился при различных диаметрах колонны (200,300 и 400 мм), числе теоретических тарелок 10, 20 и 30 и флегмовых числах (2, 3, 8, 10, 15, 20, 25, 30, 35). Расход исходной смеси 1000 кг.

По результатам оптимизации (рисунок 2) принимаем диаметр колонны $d_k=400$ мм, число теоретических тарелок $N=30$, флегмовое число $R=25$, время работы колонны $\tau=10$ часов. Состав и количество продуктов, полученных при оптимальных параметрах и подлежащих дальнейшему разделению, представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Количество и состав продуктов разделения первой ректификационной колонны периодического действия

Продукт	Температура кипения, °С	Количество фракции, кг	Состав фракции, масс.%				
			Э	В	Т	Б	ХБ
Дистиллят	77,6	179,99	56,45	6,46	37,09	0,00	0,00
Куб	86,5	820,01	75,95	6,68	0,00	11,89	5,48

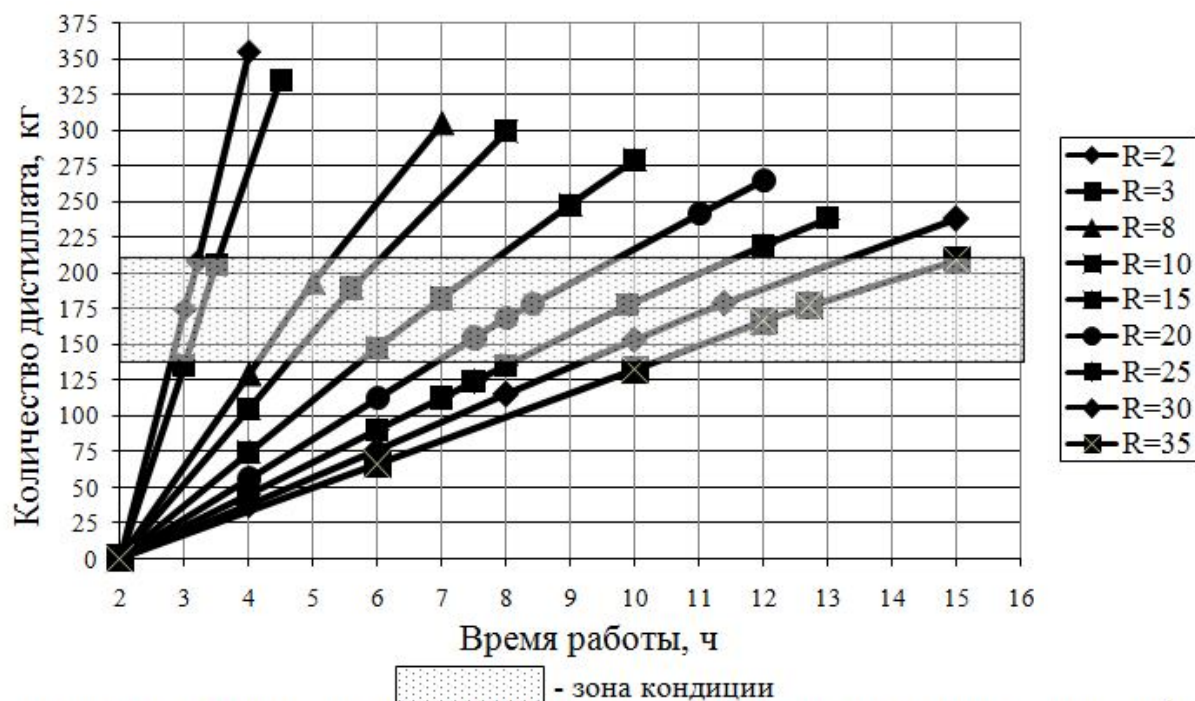


Рисунок 1 – Зависимость качества дистиллата от флегмового числа и времени ректификации для колонны $d_k=400$ мм эффективностью 30 т.т.

Полученные оптимальные параметры работы периодической ректификационной колонны могут быть использованы на действующем предприятии при разделении смеси аналогичного состава с целью энерго- и ресурсосбережения.

Литература:

1. Огородников С.К. Азеотропные смеси: Справ. / Под ред. С.К. Огородникова, Т.М. Лестевой, В.Б. Когана. Л.: Химия, 1971. 848 с.
2. Людмирская Г.С., Барсукова Т.А., Богомольный А.М. Равновесие жидкость-пар: Справ. / Под ред. А.М.Богомольного. Л.: Химия, 1987. 336 с.
3. Аржанов П. Г. Исследование процесса разделения смеси спиртов, ароматических углеводородов и их производных в присутствии воды на примере промышленных отходов производства фенилсилоксановых смол. - /Дисс....канд.техн.наук. – Барнаул, 1978. – 148 с.
4. Клейменова М.Н. Исследования по созданию малоотходной технологии разделения смеси растворителей в производстве эмалей /М.Н.Клейменова, Ю.С. Лазуткина, Л.Ф. Комарова// Известия ВУЗов «Химия и химические технологии». – 2009, Т.52, № 5. – С.90-93.
5. Давыдян А.Г. Особенности процессов периодической ректификации в колоннах разного типа: Дисс. ...канд. техн. наук. – М.: НИФХИ, 1991. – 162с.

ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК

В.М. Осокин – студент, Н.П. Радченко – студент, А.С. Озерская – студент,
 А.А. Фогель – аспирант, В.А. Сомин – к.т.н., доцент
 Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

В настоящее время острой является проблема загрязнения водных объектов соединениями тяжелых металлов, которые содержатся в гальванических стоках машиностроительных предприятий. Это обусловлено тем, что содержащиеся в них загрязнители оказывают губительное воздействие на флору и фауну водоемов и на микроорганизмы сооружений биологической очистки. В связи с этим, обезвреживание гальванических стоков является важнейшей задачей.

Для извлечения ионов металлов нами предложено использовать отходы деревообрабатывающих производств – модифицированные древесные опилки с нанесенным на них слоем бентонитовой глины. Для этого использовались осиновые и березовые опилки определенной фракции, а также бентонит Хакасского месторождения.

Ранее проведенные исследования по изучению сорбции ионов меди модифицированными опилками показали, что имеется зависимость сорбционной емкости от вида и модификатора опилок. Поэтому дальнейшие исследования были направлены на выявление наиболее подходящей древесной основы для получения сорбционно-ионообменного материала. Для этого были изучены следующие характеристики различных материалов, приготовленных на основе модифицированных соляной и ортофосфорной кислот сосновых, березовых и осиновых опилок: степень вымывания бентонита и сорбционная емкость по отношению меди.

Для изучения степени вымывания сорбента его навеску массой 1 г в течение 40 минут выдерживали в 10 мл дистиллированной воды при периодическом встряхивании. Далее полученная суспензия отфильтровывалась от избытка воды и высушивалась при температуре 90⁰С до постоянной массы, после этого сорбент взвешивали. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Вымываемость бентонита из различных сорбционных материалов

Модификатор	Вид опилок	Потери материала при фильтровании, %
0,5н раствор соляной кислоты	осина	23
	береза	25
5 % раствор ортофосфорной кислоты	осина	17
	береза	21

Как видно, максимальная степень вымываемости наблюдается у материалов, приготовленных на основе березовых опилок и при использовании в качестве модификатора 0,5 н раствора соляной кислоты.

Для определения сорбционной емкости материалов в статических условиях были наведены модельные растворы с содержанием ионов меди от 10 до 1000 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 по отношению к ионам меди сорбционного материала представлены на рисунке 1.

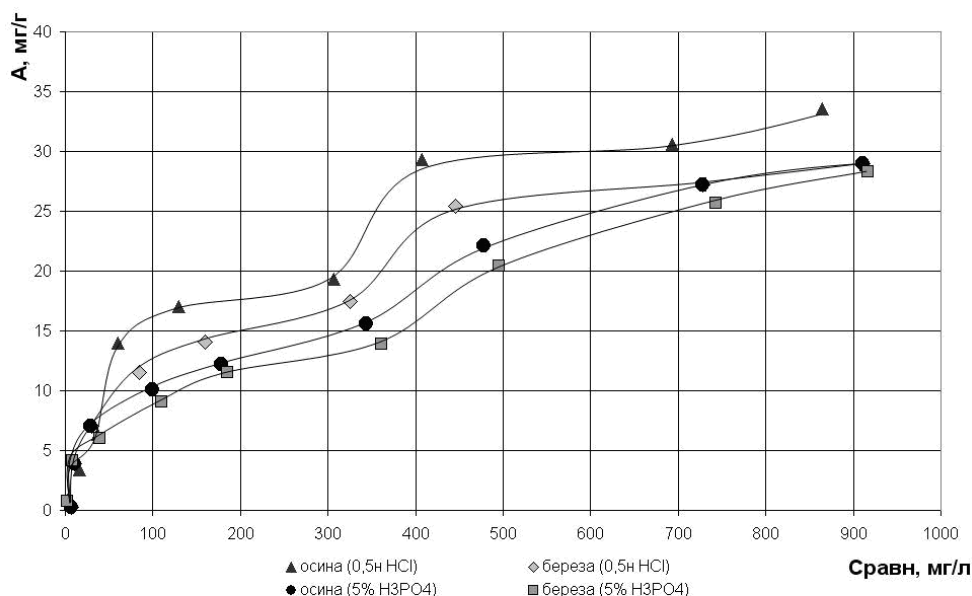


Рисунок 1 – Зависимость сорбционной емкости (A) модифицированных материалов от равновесной концентрации (Сравн) ионов меди в растворе

Проведенные исследования показали, что материалы на основе осиновых опилок обладают большей сорбционной емкостью. Максимального значения 32 мг/г достигает материал из осиновых опилок, модифицированных 0,5 н соляной кислотой.

Таким образом, в качестве древесной основы для получения сорбента эффективно применять осиновые опилки модифицированные 0,5 н раствором соляной кислоты.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНЕРЦИОННОГО ПЫЛЕУЛОВИТЕЛЯ ДЛЯ ДООЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ БТЭЦ-3

Дурнев А.Н. – студент, Андреева Н.Г. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Барнаульская ТЭЦ-3 является основным источником электрического и теплового снабжения промышленных предприятий Северо-Восточного и Центрального районов города.

Путем сжигания топлива в котельных агрегатах химическая энергия топлива превращается в тепло, которое воспринимается газами, выделяющимися при горении, а затем передается воде и водяному пару. Пар в турбинах преобразуется в механическую энергию, а в генераторах превращается в электрическую. Электрическая энергия и часть тепловой энергии в виде пара и горячей воды поступают потребителям.

В качестве основного топлива на ТЭЦ-3 для энергетических котлов используется бурый уголь Назаровского месторождения Канско-Ачинского бассейна, для водогрейных котлов – мазут марки «100».

На ТЭЦ установлены две дымовые трубы – труба 1 высотой 230 м и диаметром 7,2 м; труба 2 высотой 150 м и диаметром 7,2 м.

Энергетические котлы БКЗ 420-140 оборудованы электрофильтрами типа ЭГА 2-58-12-6-3, степень очистки которых равна 98 %.

Электрическая очистка дымовых газов от золы основана на физических явлениях, которые происходят в газах, находящихся под действием неоднородного электрического поля между электродами электрофильтра.

Газ, содержащий взвешенные частицы, попадает в камеру, состоящую из заземленных осадительных и размещенных между ними коронирующих электродов, к которым подводится выпрямленный электрический ток напряжением 80 кВ.

Частицы золы, вследствие адсорбции на их поверхности ионов, приобретают в межэлектродном промежутке соответствующий электрический заряд, под влиянием сил электрического поля движутся к электродам и осаждаются на них. Основное количество частиц осаждается на поверхности осадительных электродов, а меньшая их часть попадает на коронирующие электроды. По мере накопления на электродах осажденных частиц они удаляются путем встряхивания.

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

При работе БТЭЦ-3 происходит выброс в атмосферу большого количества твердых частиц. Проблема сокращения выбросов в атмосферу золы является крайне актуальной. Территория БТЭЦ-3 расположена с наветренной стороны относительно города, поэтому от выбросов страдает не только окружающая природная среда, но и непосредственно жители города. Указанная проблема может быть частично решена путём реконструкции системы очистки дымовых газов.

В результате анализа научной литературы по очистке газов наиболее целесообразным решением является дополнительная установка в систему газоходов рукавных фильтров.

Исходя из требуемых значений производительности и степени очистки, выбран фильтр рукавный ФР-5000, степень очистки которого составляет не менее 98 %.

Корпус фильтра (рисунок) представляет собой металлический шкаф, разделенный вертикальными перегородками на секции, а каждой из которых размещена группа фильтрующих рукавов. Верхние концы рукавов заглушены и подвешены к раме, соединенной с встряхивающим механизмом. Внизу имеется бункер для пыли со шнеком для ее выгрузки. Встряхивание рукавов каждой из секций производится поочередно.

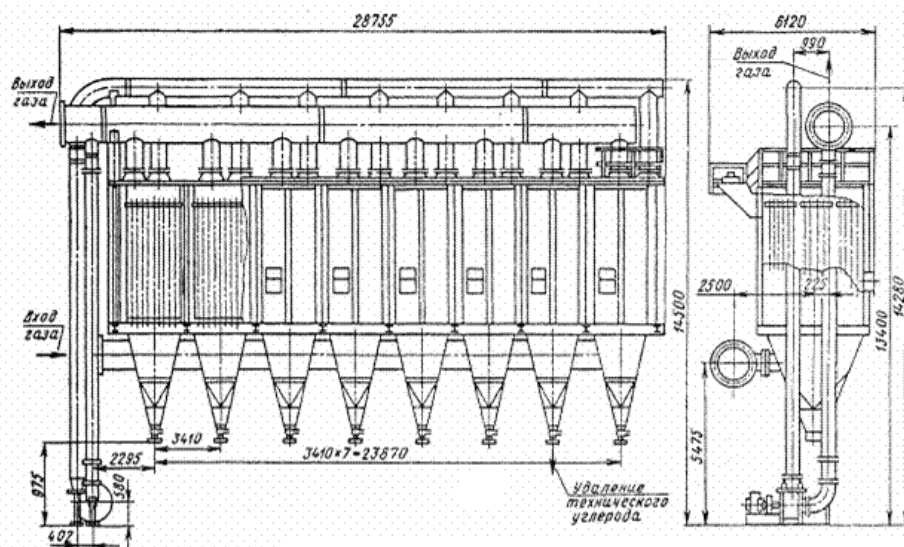


Рисунок 1 - Рукавный фильтр ФР-5000

После дополнительной установки фильтров общая степень очистки отходящих газов от взвешенных частиц достигает 99,6 %.

Установка новых фильтров может существенно снизить негативное влияние на окружающую среду, а также позволит снизить плату предприятия за выбросы в атмосферу. Кроме того, в фильтрах задерживается мелко дисперсная фракция золы, которая может быть использована предприятиями строительной индустрии. Т.о. достигаются экологический и экономический эффекты.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЖИМОВ РАБОТЫ РЕКТИФИКАЦИОННОЙ КОЛОННЫ ПРИ РАЗДЕЛЕНИИ БУТАНОЛЬНО-ТОЛУОЛЬНОЙ СМЕСИ

Фоминых Е.П. – студент, Клейменова М.Н. – аспирант, Лазуткина Ю.С. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Одной из самых распространенных и сложных стадий в химической и нефтехимической отраслях промышленности является разделение многокомпонентных органических смесей ректификацией. Данный способ используется как при предварительной подготовке сырья, так и непосредственно в общей технологической схеме для разделения полупродуктов и получения веществ высокой степени очистки. Эти процессы являются одними из самых энергоемких, и их эффективность часто определяет экономику производства в целом.

Такие особенности производственных процессов как непрерывность и многотоннажность приводят к тому, что даже относительно невысокое снижение энергозатрат, повышение качества товарных фракций, сокращение норм расхода сырья, выделение дополнительных количеств целевого и побочных продуктов и уменьшение нагрузки на окружающую среду обеспечивают значительный экономический и экологический эффекты для технологии в целом.

В производстве кремнийорганических эмалей на одном из крупнейших химических заводов Алтайского края ежегодно термической деструкции подвергается около 1,5 тысяч тонн отходов растворителей. Это сопровождается с одной стороны, потерями целевого и побочных компонентов, а с другой - загрязнением окружающей среды.

Целью нашей работы является разработка малоотходной, ресурсосберегающей технологии разделения смеси органических растворителей, образующейся после локальной очистки сточных вод, в производстве кремнийорганических эмалей. Объектом исследования является бутанольно-толуольная смесь (БСТ), в состав которой входят (масс. %): этанол (Э) – 72,4; бутанол (Б) – 9,7; толуол (Т) – 6,8; хлорбензол (ХБ) – 4,5; вода (В) – 6,6.

На первоначальном этапе синтеза принципиальных технологических схем с применением ректификации было проведено построение потоковых графов всех возможных путей разделения исследуемой смеси по первому и второму заданному разделению на основе осуществленного литературного поиска, азеотропии [1-3], гетерогенных свойств составляющих БСТ [3, 4] и разгонки по ИТК [5]. Из всего множества возможных путей выделения чистых компонентов для рассмотрения был выбран вариант, состоящий из комплекса ректификационных колонн и расслаивателей по второму заданному разделению, когда вещества заданного качества получают в кубе. В данном случае на первой ректификационной колонне в качестве кубового продукта необходимо получить бутанол с минимальным содержанием воды, тогда дистиллат представляет собой смесь этанол-вода-толуол-хлорбензол. Реализацию предлагаемого варианта отгонки бутанола можно осуществить как на колонне непрерывного, так и периодического действия. Поэтому необходимо провести их сравнение с целью выбора более выгодного по энергозатратам и качеству получаемых продуктов.

Для оптимизации режима работы ректификационной колонны с помощью прикладного пакета программ необходимо иметь набор параметров бинарного взаимодействия изучаемой смеси. Для этого с помощью уравнения Вильсона в программной реализации НИИНЕФТЕХИМа, г. Уфа спрогнозировано равновесие жидкость-пар во всех бинарных составляющих БСТ. Результат математической обработки – параметры бинарного взаимодействия (λ_{12} , λ_{21}) представлены в таблице 1.

Оптимизируемыми параметрами колонн непрерывного действия являлись:

- общая эффективность колонны (число теоретических тарелок) – N ;
- уровень подачи исходной смеси – N_F ;
- флегмовое число – R .

Для колонн периодической ректификации, исходя из потока питания, устанавливали объем куба (V_k). С учетом рассчитанных скоростей пара в колонне и заданного диаметра (d_k), определяли объем парового потока. Оптимизировались:

- общая эффективность колонны (число теоретических тарелок) – N ;
- флегмовое число – R ;
- время отбора в дистиллат – τ .

В качестве критерия оптимизации параметров режима работы колонны служил минимум энергетических затрат при заданном качестве продуктов разделения.

Таблица 1 – Параметры уравнения Вильсона для бинарных составляющих смеси БСТ

Наименование системы	Параметры Вильсона	
	λ_{12}	λ_{21}
Этанол - Толуол**	0,2638	0,3833
Толуол - Хлорбензол*	0,4536	1,5070
Этанол - Бутанол**	1,5860	0,5352
Бутанол - Хлорбензол**	0,4149	0,7121
Этанол - Хлорбензол**	0,4012	0,3086
Толуол - Бутанол**	0,8187	0,3047
Этанол - Вода**	0,1856	0,8605
Бутанол - Вода**	0,0111	0,6159
Толуол - Вода**	$0,2316 \cdot 10^{-4}$	$0,803 \cdot 10^{-5}$
Хлорбензол - Вода**	$0,2278 \cdot 10^{-4}$	$0,3600 \cdot 10^{-5}$

* - собственные экспериментальные данные;

** - спрогнозированные данные.

Вычислительный эксперимент *периодической* ректификации проводился при различных диаметрах колонны (200, 300, 400 мм), числе теоретических тарелок (10, 20, 30) и флегмовых числах (1, 2, 5, 10, 15, 20, 25). Расход исходной смеси 1000 кг. Оптимизацию параметров режима проводили при следующих требованиях к качеству кубового остатка:

- 1) максимальное содержание бутанола;
- 2) минимальное количество воды.

По результатам математической оптимизации режима работы, представленной на рисунке 1, принимаем диаметр колонны 400 мм, 30 теоретических тарелок и $R=10$. Тогда количество парового потока, рассчитанное исходя из ее диаметра и скорости пара, составит 11,78 кмоль/ч.

Состав и количество продуктов, полученных при оптимальных параметрах и подлежащих дальнейшему разделению, представлены в таблице 2.

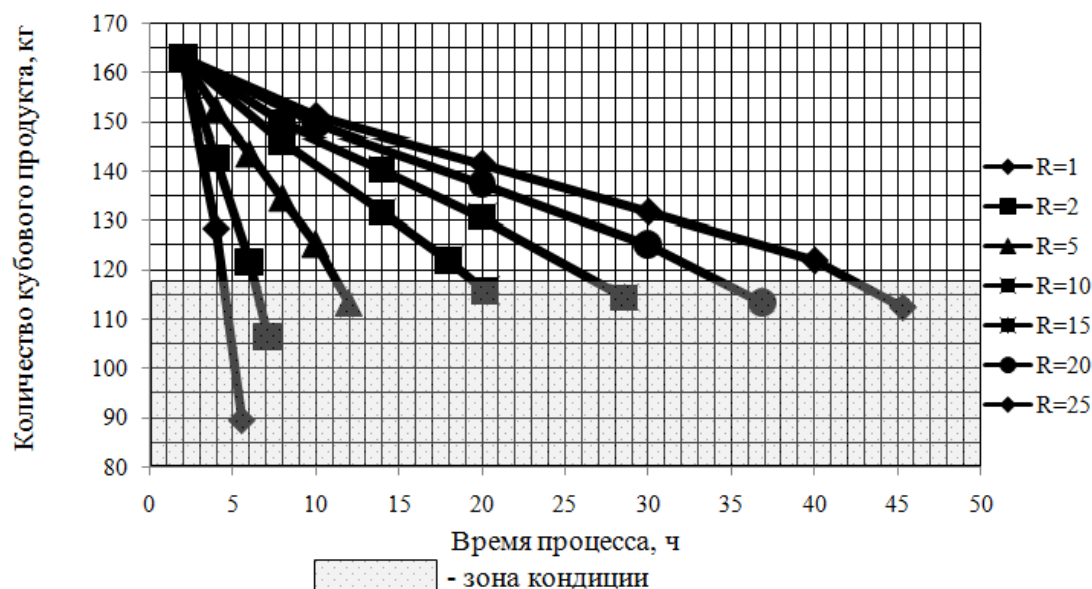


Рисунок 1 – Зависимость качества кубового продукта от флегмового числа и времени ректификации для колонны $d_x=400$ мм эффективностью 30 т.т.

Таблица 2 – Количество и состав продуктов разделения первой ректификационной колонны периодического действия

Продукт	Температура кипения, °С	Количество фракции, кг	Состав фракции, масс.%				
			Э	В	Т	Б	ХБ
Дистиллат	81,5	882,896	83	6	8	0	3
Куб	106,7	117,030	0	17	0	83	0

Для процесса *непрерывной* ректификации оптимизация доли отбора в дистиллат осуществлялась одновременно с поиском оптимальных N и R .

Вычислительный эксперимент по поиску параметров режима проводили при тех же требованиях к качеству кубового продукта. Расчет проводился при различных долях отбора в дистиллат (70%, 80%, 90%), числе теоретических тарелок (10, 15, 20, 30) и флегмовых числах (1, 2, 5, 10, 15, 20, 25, 30). По результатам оптимизации режима работы принимаем долю отбора 90%, 15 теоретических тарелок и $R=5$.

Состав и количество продуктов в случае непрерывной ректификации, полученных при оптимальных параметрах и подлежащих дальнейшему разделению, представлены в таблице 3.

Таблица 3– Количество и состав продуктов разделения первой ректификационной колонны непрерывного действия

Продукт	Количество фракции, кг	Состав фракции, масс.%				
		Э	В	Т	Б	ХБ
Дистиллат	899,92	80,7	6,7	7,7	0	4,9
Куб	99,915	0	4,7	0	95,3	0

Анализ проведенной математической оптимизации режима работы первой колонны показал, что вариант непрерывной ректификации является более выгодным. Поскольку он по сравнению с периодическим процессом позволяет при меньших энергетических затратах ($R=5$, вместо $R=10$) получить продукт более высокого качества с содержанием воды в кубе всего 4 % (вместо 17%). Поэтому данный вариант является более предпочтительным и берется для дальнейшего рассмотрения.

Литература:

1. Огородников С.К. Азеотропные смеси: Справ. / Под ред. С.К. Огородникова, Т.М. Лестевой, В.Б. Когана. Л.: Химия, 1971. 848 с.
2. Людмирская Г.С., Барсукова Т.А., Богомольный А.М. Равновесие жидкость-пар: Справ. / Под ред. А.М.Богомольного. Л.: Химия, 1987. 336 с.
3. Аржанов П. Г. Исследование процесса разделения смеси спиртов, ароматических углеводородов и их производных в присутствии воды на примере промышленных отходов производства фенилсилоксановых смол. - /Дисс....канд.техн.наук. – Барнаул, 1978. – 148 с.
4. Справочник по растворимости. – М., Л., 1966. – Том 1, 2. – 946 с.
5. Клейменова М.Н., Фоминых Е.П., Балобанова А.Н. Ректификационный анализ бутанольно-толуольной смеси с целью создания ресурсосберегающих технологий в производстве кремнийорганических эмалей /М.Н.Клейменова, Е.П. Фоминых, А.Н. Балобанова// Материалы XV международной экологической студенческой конференции «Экология России и сопредельных территорий», Новосибирский гос. ун-т. Новосибирск, 2010. – С. 218.
6. Давыдян А.Г. Особенности процессов периодической ректификации в колоннах разного типа: Дисс. ...канд. техн. наук. – М.: НИФХИ, 1991. – 162с.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СХЕМЫ ОЧИСТКИ ДЫМОВЫХ ГАЗОВ БАРНАУЛЬСКОЙ ТЭЦ-3

Гончарова К.В. – студент, Андреева Н.Г. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Барнаульская ТЭЦ-3 является основным источником электро- и теплоснабжения промышленных предприятий Северо-Восточного и Центрального районов города.

ТЭЦ работает по следующей технологической схеме: путем сжигания топлива в котлоагрегате химическая энергия топлива превращается в тепло, которое воспринимается газами, выделяющимися при горении, а затем передается воде и водяному пару. Пар в турбинах преобразуется в механическую энергию, а в генераторах превращается в электрическую. Электрическая энергия и часть тепловой энергии в виде пара и горячей воды поступают потребителям.

В качестве основного топлива для энергетических котлов на ТЭЦ-3 используется бурый уголь Назаровского месторождения Канско-Ачинского бассейна, для водогрейных котлов - мазут марки «100».

Энергетические котлы БКЗ 420-140 оборудованы электрофильтрами типа ЭГА 2-58-12-6-3, с проектной степенью очистки 98 %. На ТЭЦ установлены две дымовые трубы диаметром 7,2 м, высотой 230 и 150 м соответственно.

В состав основных продуктов сгорания топлива входят: углекислый газ (CO_2), оксиды азота и серы (NO_x , SO_2), зола.

При сжигании топлива в атмосферу выбрасывается SO_2 , который потом окисляется до SO_3 и представляет основную опасность для окружающей среды. Соединяясь с водой, оксиды серы образуют серную и сернистую кислоты, которые, взаимодействуя с пылевыми частицами, образуют сульфаты и сульфиды. Накопление кислот и сульфатов в атмосфере приводит к выпадению кислотных осадков.

Для очистки дымовых газов от золы на БТЭЦ-3 предусмотрена электрическая очистка, сущность которой заключается в следующем: газ, содержащий взвешенные частицы, проходит через камеру, состоящую из заземленных осадительных электродов и размещенных между ними коронирующих электродов, к которым подводится выпрямленный электрический ток напряжением до 80 кВ.

Частицы золы, вследствие адсорбции на их поверхности ионов, приобретают в межэлектродном промежутке соответствующий электрический заряд, под влиянием сил электрического поля движутся к электродам и осаждаются на них. Основное количество

частиц осаждается на поверхности осадительных электродов, а меньшая их часть попадает на коронирующие электроды. По мере накопления на электродах осажденных частиц они удаляются путем встряхивания.

Электрическая очистка запыленных дымовых газов является одной из самых эффективных из всех прочих (осаждение в гравитационном, инерционном или в центробежном поле, мокрая очистка), применяемых для данных целей.

Снизить выбросы газообразных вредных веществ котельными установками можно уменьшением содержания их в топливе; снижением количества вредных веществ, образующихся в процессе горения топлива; очисткой продуктов сгорания от вредных примесей перед выбросом в атмосферу.

Уменьшение в топливе содержания компонентов, выделяющих при горении токсичные вещества, связано с большими трудностями. Очистка твёрдых топлив от примесей практически не осуществима, а жидких и газообразных требует значительных капитальных затрат и увеличивает эксплуатационные расходы. Поэтому рекомендуется производить очистку продуктов сгорания перед выбросом их в атмосферу и принимать меры по уменьшению количества токсичных веществ, образующихся в процессе горения топлива.

Очистка продуктов сгорания от оксидов азота технологически сложна и экономически нерентабельна, поэтому необходимо принимать все меры к снижению образования оксидов азота в процессе горения, внедряя наиболее рациональные режимы работы топочных устройств.

Для очистки от диоксида серы наиболее перспективными в промышленном отношении являются известковый, аммиачно-циклический и магнезитовый методы очистки.

Очистку от оксидов азота и диоксида серы БТЭЦ-3 не производит. Для решения этой проблемы нами предлагается использовать известковый метод очистки, который заключается во взаимодействии SO_2 с известняком или известью. Это один из самых доступных и недорогих методов очистки. Сущность его состоит в том, что в топку котла вводится тонкоразмолотый известняк или доломит, которые связывают 40-60 % выделившегося сернистого ангидрида. Далее дымовые газы, содержащие смесь золы и твердых веществ (продукты нейтрализации оксидов серы и частиц извести), подвергаются смачиванию распыскиванием воды из форсунки. Образующаяся гидроксид кальция улавливает остаточный сернистый ангидрид. Шлам, содержащий золу, сульфит и сульфат кальция, после отстаивания от воды идет в отвал, а осветленная жидкость - снова на орошение. Общая степень извлечения сернистого ангидрида из дымовых газов составит 90-95 %.

Кроме того, повышается степень очистки отходящих газов от твердых частиц в электрофильтре, так как увлажненные газы очищаются лучше. При увеличении влагосодержания дымовых газов (повышение его плотности) уменьшается потребление тока, так как даже небольшое повышение влажности твердых частиц резко уменьшает электрическое сопротивление слоя, оседающего на электродах. Частицы, адсорбировавшие пары воды, укрупняются, что способствует улучшению работы электрофильтра. Однако, во избежание налипания частиц на электроды, необходим контроль температуры очищаемого газа, которая не должна быть ниже точки росы. В противном случае дальнейшее улавливание может привести к снижению степени очистки электрофильтра.

Предлагаемые усовершенствования позволят приблизить концентрации загрязняющих веществ в отходящих дымовых газах к значениям ПДК.

СИНТЕЗ ВОЗМОЖНЫХ ПУТЕЙ РАЗДЕЛЕНИЯ БУТАНОЛЬНО-ТОЛУОЛЬНОЙ СМЕСИ

Клейменова М.Н. – аспирант, Лазуткина Ю.С. – к.т.н., доцент,

Комарова Л.Ф. – д.т.н., профессор

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Работа предприятий химической отрасли отличается большим разнообразием выпускаемой продукции и значительной токсичностью компонентов, используемых в производственном цикле и получающихся в качестве побочных продуктов реакции. Именно с ними и возникают основные проблемы, связанные с необходимостью их обезвреживания или утилизации, которую в настоящее время осуществляют зачастую путем термической деструкции образующихся отходов. Это в свою очередь приводит к вторичному загрязнению атмосферного воздуха и ухудшению экологической обстановки в регионе, где расположено предприятие.

При получении кремнийорганических эмалей на ОАО «Алтайхимпром» ежегодно термической деструкции подвергается около 1,5 тысяч тонн бутанольно-толуольной смеси (БСТ), в состав которой входят пять компонентов (масс. %): этанол (1) – 72,4; вода (2) – 6,6; толуол (3) – 6,8; бутанол (4) – 9,7; хлорбензол (5) – 4,5. Это приводит с одной стороны к потерям целевых и побочных продуктов, которые более целесообразно выделять из реакционных смесей и повторно использовать в производственном цикле, а с другой – к загрязнению окружающей среды.

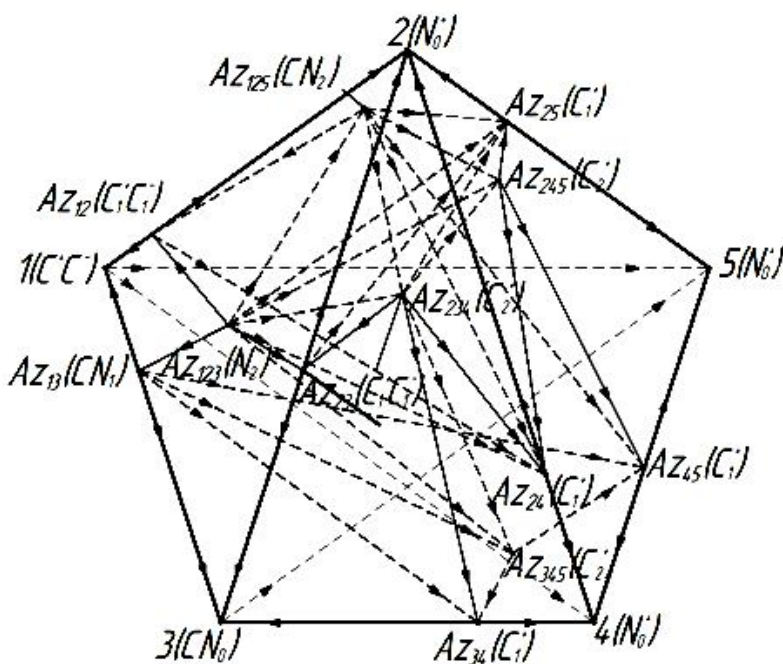
Решение проблемы – разработка малоотходной ресурсосберегающей технологии разделения БСТ. Найденные решения могут быть использованы и в других отраслях промышленности, где встречаются компоненты, входящие в состав бутанольно-толуольной смеси и стоит задача их выделения.

Ректификация наиболее часто применяемый метод для разделения смесей и подготовки сырья в химической технологии. Она дает возможность получить продукты необходимого качества. Однако ректификация является крайне энергоемким процессом. При увеличении количества компонентов в смесях возрастает и число вариантов их разделения, отличающихся энергозатратами, и проблема разработки наиболее экономичной технологии становится очень актуальной.

Создание технологических схем с использованием ректификации базируется на анализе структур диаграмм фазового равновесия жидкость-пар, названном термодинамико-топологическим анализом (ТТА) [1]. Для этого исследуемому объекту ставится в соответствие его геометрический образ – симплекс, включающий особые точки, соответствующие чистым компонентам и азеотропам различной размерности, и разделяющие многообразия. В основу метода определения структур фазовых диаграмм могут быть положены правила азеотропии, а также локальные закономерности для многокомпонентной смеси, изложенные в [2].

В исследуемой системе имеется 10 бинарных, 10 тройных и 5 четверных составляющих, в том числе возможно наличие азеотропов, которые могут существенно усложнить процесс разделения смеси на индивидуальные компоненты. Анализ литературных данных подтвердил наличие в исходной пятикомпонентной системе 7 бинарных (этанол-толуол, этанол-вода, бутанол-толуол, бутанол-хлорбензол, бутанол-вода, толуол-вода, хлорбензол-вода) и 5 тройных (бутанол-толуол-вода, вода-этанол-хлорбензол, этанол-вода-толуол, толуол - бутанол - хлорбензол, вода - бутанол - хлорбензол) азеотропов [3-6], что позволяет обратиться к построению геометрического образа смеси.

Исследуемый симплекс представляет собой пентатоп, который изображен на рисунке 1. Концентрационная диаграмма содержит 17 особых точек: один неустойчивый узел (N_2^-) – Az_{123} ; три устойчивых узла (N_0^+) – 2, 4, 5; семь неустойчивых седел (C_2^-, C_1^-, C_0^-) – $Az_{125}, Az_{13}, Az_{24}, Az_{25}, Az_{34}, Az_{45}, 3$; шесть устойчивых седел (C_2^+, C_1^+, C_0^+) – $Az_{245}, Az_{345}, Az_{234}, Az_{12}, Az_{23}$ и 1.

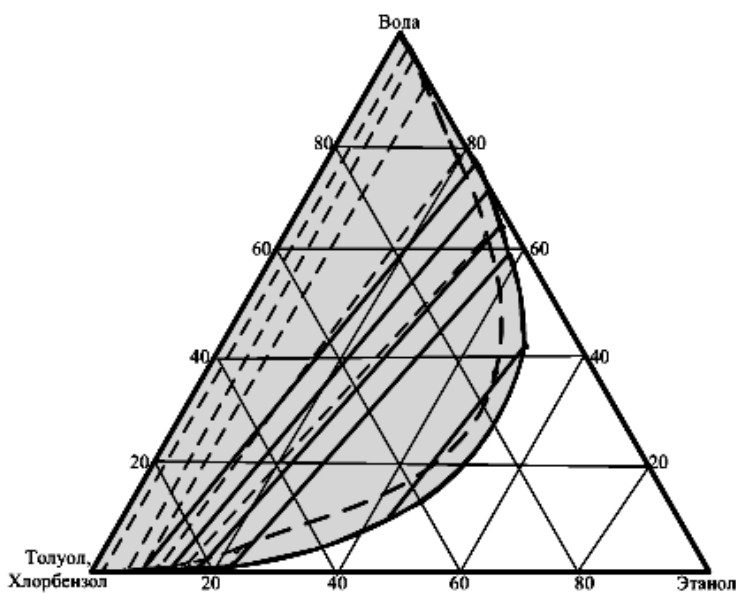


Az – азеотроп, N, C – особые точки диаграммы, отвечающие соответственно узлам и седлам

Рисунок 1 – Структура фазовой диаграммы исходной смеси БСТ (в скобках указан тип особой точки)

равновесия жидкость-жидкость в исходной системе, где толуол-хлорбензол приняты в качестве одного из компонентов (при их постоянном соотношении).

Исследования проводили при температуре 20°C. Аналитический контроль образующихся слоев осуществляли на хроматографе «Хроматон ГХ-1000» с пламенно-ионизационным детектором и использованием в качестве неподвижной фазы CHROMATON N-AW с добавкой 15 % по весу FFAP, газ-носитель – водород со скоростью 30 м³/с. Температуру в колонке изменяли от 70⁰С до 130⁰С. Содержание воды в слоях определяли



— — — — — - экспериментальные данные
 - - - - - - смоделированные данные

Рисунок 2 – Диаграмма расслаивания этанол-(толуол, хлорбензол)-вода

титрованием с помощью реактива Фишера по ГОСТ 14870-77. По полученным данным была построена диаграмма расслаивания, представленная на рисунке 2. Математическое моделирование равновесия в данной гетерогенной системе проводили с использованием уравнения NRTL в программной реализации НИФХИ им Л.Я Карпова, г. Москва [8]. Анализ полученных результатов показал, что различие между экспериментальными и расчетными данными, не превышают допустимых погрешностей в составах водного и органического слоев

На проекции пентатопа отражен качественный ход линий дистилляции, который дает представление о направлениях процесса ректификации. Для того, чтобы наиболее полно представить картину возможных путей разделения БСТ, были найдены данные о расслаивании для 6 бинарных и 6 тройных составляющих [5, 7].

В ходе ректификации на одной из стадий предполагается осуществить отгонку смеси этанол – вода – толуол – хлорбензол. Поскольку по литературным данным тройные азеотропы, этанол – вода – хлорбензол и этанол-вода-толуол, являются гетерогенными, то необходимо экспериментальное изучение

ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННЫХ ДРЕВЕСНЫХ ОПИЛОК И БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН

А.С.Озерская – студент, А.А.Фогель – аспирант, В.А. Сомин – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Поверхностные водные объекты испытывают интенсивную нагрузку при сбросе сточных вод различных отраслей промышленности. К числу наиболее опасных загрязнителей окружающей среды относятся ионы тяжелых металлов, которые в больших количествах образуются в металлургических, машиностроительных, металлообрабатывающих производствах. Большинство соединений металлов относятся к I или II классу опасности, они отличаются канцерогенным, мутагенным действиями и обладают кумулятивным эффектом. Адсорбционная очистка сточных вод от ионов тяжелых металлов - один из наиболее перспективных методов обработки стоков, позволяющий снижать содержание токсичных компонентов до безопасного уровня. При этом актуальной задачей является получение новых недорогих и эффективных сорбентов, например на основе древесных отходов.

Для очистки воды от соединений металлов нами предложено использовать отходы деревообрабатывающих производств – древесные опилки (сосновые, осиновые и березовые). Однако, как показали результаты предыдущих исследований, они имеют сравнительно небольшую эффективность извлечения металлов. С целью ее увеличения целесообразно наносить на них бентонитовую глину как доступный и недорогой материал, обладающий высокими сорбционными свойствами. Для этих целей были взяты натриевый бентонит Таганского месторождения, для лучшего закрепления которого опилки предварительно модифицировали. В качестве модификаторов были использованы 0,5 Н раствор HCl и 0,5 % раствор ортофосфорной кислоты.

У полученных материалов были изучены следующие механические свойства: насыпная плотность, прочность, влажность, зольность и масса воды в порах. Они позволяют определить возможность проведения регенерации материала, степень его истирания при эксплуатации и, следовательно, долговечность. Результаты исследований для материалов с различными видами опилок приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Механические свойства

Модификатор	Вид опилок	Насыпная плотность, кг/м ³	Прочность, %	Влажность, %	Зольность, %	Суммарный объем пор, г/г
0,5н раствор соляной кислоты	сосна	110	40,10	3,10	26,20	3,34
	осина	119	31,59	1,40	73,05	3,23
	береза	128	51,31	3,40	69,60	3,39
5 % раствор ортофосфорной кислоты	сосна	158	49,30	6,90	43,86	2,27
	осина	99	25,32	1,96	68,18	3,65
	береза	143	44,57	4,60	69,71	2,76

Наиболее значимыми показателями при очистке воды являются прочность сорбентов и их суммарный объем пор. На рисунках 1 и 2 представлены данные характеристики для полученных материалов.

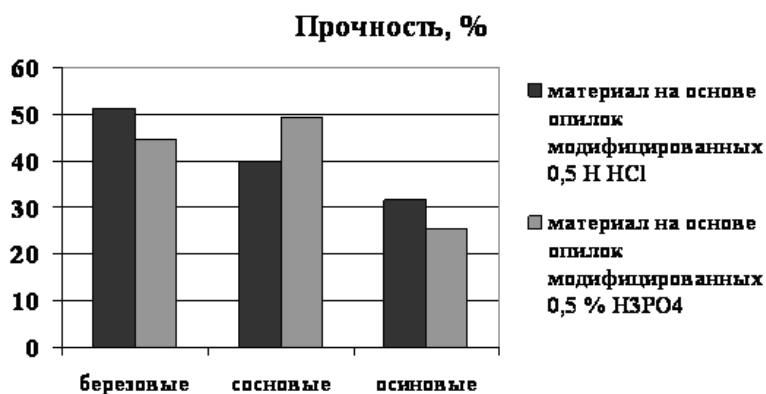


Рисунок 1 – Прочность материала различной модификации

Из рисунка видно, что материалы из березовых и сосновых опилок обладают достаточно высокой прочностью, большей на 10-20% прочностью сорбента из осиновых опилок. При этом наибольшая прочность 51,3 % наблюдается у материала на основе березовых опилок, модифицированных 0,5 N раствором соляной кислоты.

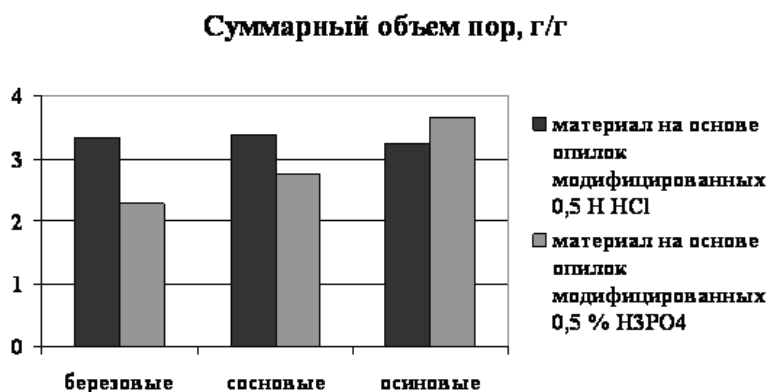


Рисунок 2 – Суммарный объем пор материалов на основе различных опилок

Проведенный анализ показал, что максимальным суммарным объемом пор обладает материал на основе осиновых опилок, модифицированных 5-% раствором ортофосфорной кислоты.

Таким образом, проанализировав механические характеристики материалов, можно сделать вывод о том, что наилучшим для получения сорбента является материал на основе осиновых опилок, так как он имеет высокие прочностные характеристики и суммарный объем пор.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ВОДИЛОЧНОЙ ШЕСТЕРНИ ОПЛЕТОЧНОЙ МАШИНЫ ОКЗ-8-А

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

Краснобородов М.П. – зам. начальника текстильного цеха

Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

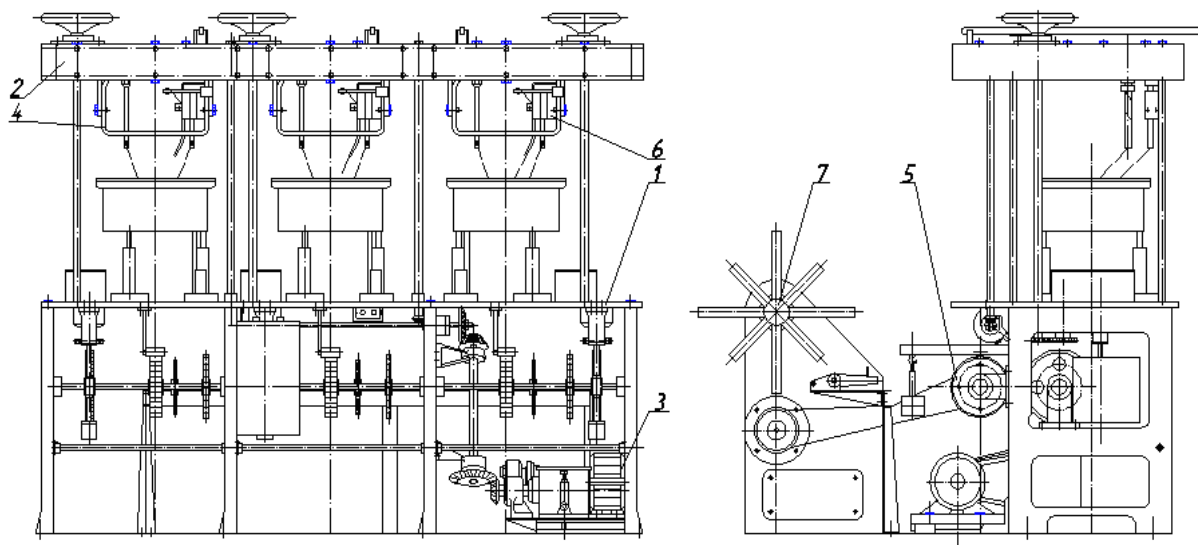
ОАО «Барнаульский завод асбестовых технических изделий» (г. Барнаул)

В химической отрасли до настоящего времени находят применение различные изделия из природных материалов, в частности из асбеста. Главными достоинствами асбеста являются его огнестойкость и гибкость. Главные же недостатки этого материала – он является канцерогенным и способствует развитию легочных заболеваний.

Асбест используется для изготовления теплоизоляционных материалов, тормозных колодок, прокладок, набивки и т.п.

Сальниковая набивка применяется для заполнения сальниковых камер с целью герметизации подвижных и неподвижных соединений различных машин и аппаратов. Правильный выбор и применение набивки в значительной степени определяют работоспособность и надежность эксплуатации оборудования. На ОАО «Барнаульский завод асбестовых технических изделий» в настоящее время для химической и нефтехимической промышленности России выпускают около 12 видов различных набивок из асбеста.

Процесс производства сальниковой набивки заключается в рыхлении асбеста, смешивании его с лавсаном и дальнейшее скручивание на плетельных машинах. Заключительной стадией производства сальниковой набивки осуществляется на оплеточной машине ОКЗ-8-А, которая представлена на рисунке 1.



1- Остов, 2- Стол, 3- Электродвигатель, 4- Самоостанов, 5- Вытяжное устройство, 6- Коклюшка, 7- Приемное устройство

Рисунок 1 – Оплеточная машина ОКЗ-8-А

Асбестовую нить, закрученную на катушки, доставляют к оплеточной машине. Катушки устанавливают на раму машины, нить пропускают через отверстие стола и при помощи коклюшек нити оплетают сердечник, который может быть изготовлен из асбестового или хлопкового шнура. Получаемая набивка через калибр вытягивается барабаном и направляется на приемное устройство.

В процессе работы оплеточной машины ОКЗ-8-А был выявлен слабый узел: водилочная шестерня, изготовленная из Ст45, которая выходила из строя за короткий промежуток времени (рисунок 2а). Из-за того, что точка пересечения делительной окружности и профиля зуба не лежали на центральной линии, возникали излишние напряжения в водилочной шестерни, и это приводило к её поломке. Кроме того, ремонт данной шестерни в условиях ремонтно-механического цеха был невозможен. С целью увеличения срока эксплуатации водилочной шестерни, уменьшения времени на ремонтные операции предлагается модернизировать шестерню, изготовив её из трёх деталей: зубчатого колеса; водилки и винта (рисунок 2б).

Для выявления возможности использования полученных сорбентов для очистки воды от ионов меди (II) были проведены эксперименты по изучению их динамической емкости. Для этого были приготовлены растворы сульфата меди с концентрацией 10 мг/г, что соответствует минимальной концентрации стоков процесса меднения. В качестве загрузки использовался материал с активированной бентонитовой глиной Хакасского месторождения и сосновыми опилками, модифицированными раствором ортофосфорной кислоты.

Результаты экспериментов по очистке от ионов меди приведены на рисунке 1.

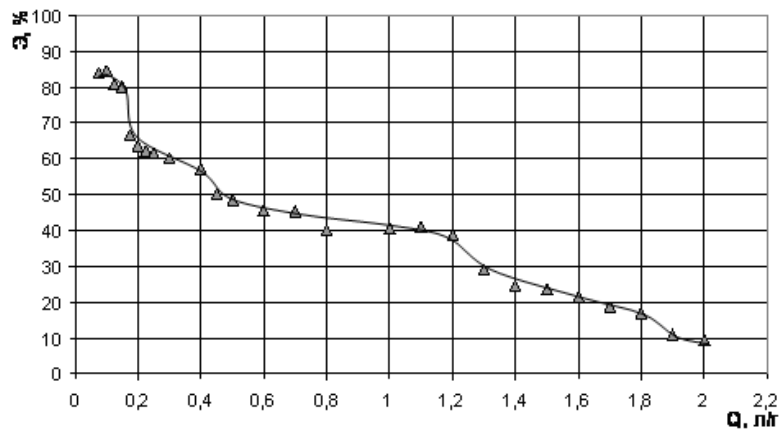


Рисунок 1 – Зависимость эффективности извлечения (Э) ионов меди от удельного объема (Q) раствора концентрации 10 мг/л

Из рисунка 1 видно, что максимальный эффект очистки составляет 85 % при пропускании первых порций раствора, затем он начинает плавно снижаться и при достижении 2 л/г достигает значения 10 %.

Для восстановления сорбционной способности материала были проведены его регенерации раствором соды концентрацией 100 мг/л, которые показали. В результате было определено время защитного действия фильтра до и после регенераций. Результаты представлены на рисунке 2.

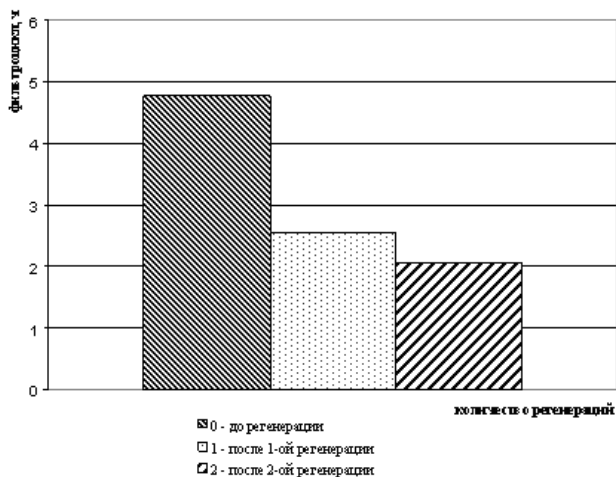


Рисунок 2 - Зависимость времени фильтроцикла (ч) сорбента от количества регенераций

Таким образом было определено, что эффективная очистка происходит только на свежеприготовленном материале, а изучение его регенерации показало, что время фильтроцикла после первой регенерации снижается на 50%, после второй – еще на 10%, что делает невозможным дальнейшее применение материала. Вероятно, это может быть обусловлено тем, что бентонит склонен к вымыванию из сорбента. Поэтому дальнейшие

исследования должны быть ориентированы на достижение лучшего сцепления частиц бентонита с древесными опилками.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПО ОЧИСТКЕ СТОЧНЫХ ВОД АВТОМОЕК
Янкова К.Н. – студент, Панасенко А.В. – аспирант
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

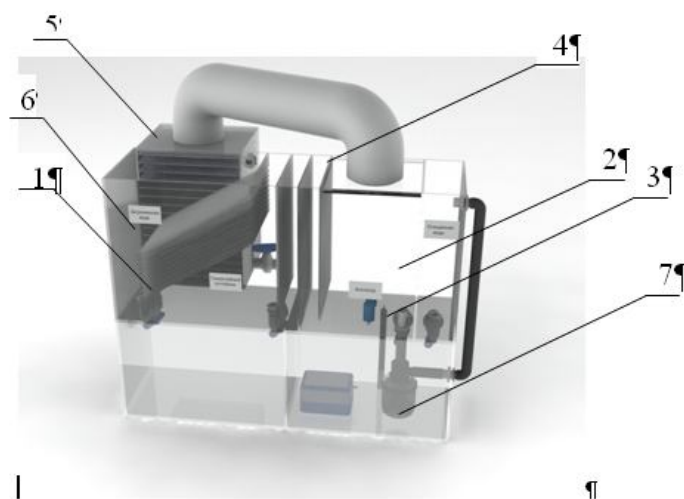
Нефтепродукты и поверхностно-активные вещества (ПАВ) относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих поверхностные воды. Неблагоприятное воздействие их сказывается на организме человека, животном мире, водной растительности, физическом, химическом и биологическом состоянии водоема [1].

Поэтому необходимо разрабатывать методы, способные снизить антропогенную нагрузку сточных вод на окружающую среду путем их очистки от ПАВ и нефтепродуктов. Сегодня одним из крупных источников поступления данных загрязняющих веществ в водоемы являются автомойки. Наиболее полно защита водных бассейнов от загрязнений будет реализоваться при внедрении оборотных циклов водоснабжения, которое возможно только при полной очистке сточных вод от токсичных ингредиентов [2]. В этом случае на помощь приходят очистные установки с системой рециркуляции воды. Нами была предпринята попытка создать такую систему с упрощенной и достаточно эффективной технологической схемой, с уменьшением производственных площадей, необходимых для их размещения, с возможностью обработки вод без предварительного разбавления.

Эти установки позволяют очистить использованную воду от ПАВ и нефтешлама, прежде чем направить в сток или применить повторно. Помимо сохранения ресурсов пресной воды достоинством очистных сооружений автомоек можно считать возможность выделения ценных примесей, для их дальнейшего возврата в технологический цикл (ПАВ), либо для использования в других отраслях промышленности (нефть, различные масла). Очищение воды и ее рециркуляция не только экономически оправданы, но и обязательны согласно требованию органов государственного надзора, курирующих автомойки [3].

Для достижения поставленной цели были исследованы эффективности процессов тонкослойного отстаивания и флотации на лабораторной установке.

Для изучения процесса очистки загрязненных вод от нефтепродуктов, АПАВ и взвешенных веществ была на основе аналога [4] создана лабораторная установка размером в плане 1,0х0,5х0,5 м, модель которой представлена на рисунке 1.



1 – тонкослойный отстойник; 2 – флотатор; 3 – насадка;
4 – переливной порог; 5 – пеногаситель; 6 – силикатная сетка;
7 – насос с сатуратором

Рисунок 1 – Лабораторная установка

Установка состоит из следующих модулей: отстойника с блоком тонкослойных элементов трубчатого типа 1, насоса с сатуратором 7, емкости прямоугольной формы 2 (собственно флотатор) с распределительным устройством. Последнее выполнено из пластиковых труб, на которых закреплены насадки 3, расположенные на небольшом расстоянии относительно друг друга, что позволяет равномерно распределять воду, насыщенную воздухом, в сатураторе. Расход воздуха в зависимости от производительности установки может составлять $0,1 - 1,0 \text{ м}^3/\text{м}^3$. Образовавшаяся пена с флотатора поднимается равномерным слоем и через переливной порог 4 попадает в «пеногаситель» 5, внутреннее устройство которого состоит из силикатных сеток 6 с размером ячеек 5 мм. Проходя по сеткам, пена гасится и в виде жидкости, насыщенной АПАВ, скапливается на дне. Также установка снабжена необходимой запорной арматурой.

Нами проводились исследования эффективности работы каждого из модулей представленной установки.

Исследованию в режиме тонкослойного отстаивания подвергался модельный раствор нефтепродуктов и взвесей.

Приготовление модельного раствора заключалось в дозировании шприцем отработанного масла Mobil Super 3000 (5W - 40) и добавлении взвешенных веществ (песка) в широкогорлый бутыль, содержащий 15 л водопроводной, предварительно не отстаиваемой воды, и интенсивном перемешивании в течение 15 мин. Фактические содержания нефтепродуктов и взвесей определялись по холостой пробе (100 мл модельного раствора) гравиметрическим методом. Модельный раствор признавался истинным, когда концентрации нефтепродуктов и взвесей составляли 150 мг/л и 2000 мг/л соответственно, что отвечают составу сточных вод большинства автомоек нашей страны.

Практическая скорость потока для трубчатых элементов принимается до 20 мм/с [5]. Техническое оснащение проводимого эксперимента позволило обеспечить скорость потока в 17 мм/с.

Через трубопровод осуществляли подачу модельного раствора из широкогорлого бутыля в тонкослойный отстойник, расход которого регулировали вентилем (тем самым поддерживали постоянной скорость потока). Продолжительность очистки составляла 7 мин [4].

Как показал эксперимент, в модуле тонкослойного отстаивания обеспечивается удаление взвесей и расслаивание нефтепродуктов в пространстве элементов, выполненных из круглых металлопластиковых труб, с эффективностью от 80 % до 85 %. Следовательно,

на выходе из тонкослойного отстойника концентрация нефтепродуктов составляет не более 30 мг/л, концентрация взвесей – 400 мг/л.

Исследованию во флотационном режиме подвергался модельный раствор лаурилсульфата натрия.

В качестве регулируемых параметров выступали: 1) исходная концентрация АПАВ $C_{исх}$ (20; 100 мг/л); 2) расход воздуха Q (0,1; 0,5 м³/м³); 3) продолжительность флотации t (10; 30 мин).

Результаты экспериментов представлены на Рисунках 2 и 3.

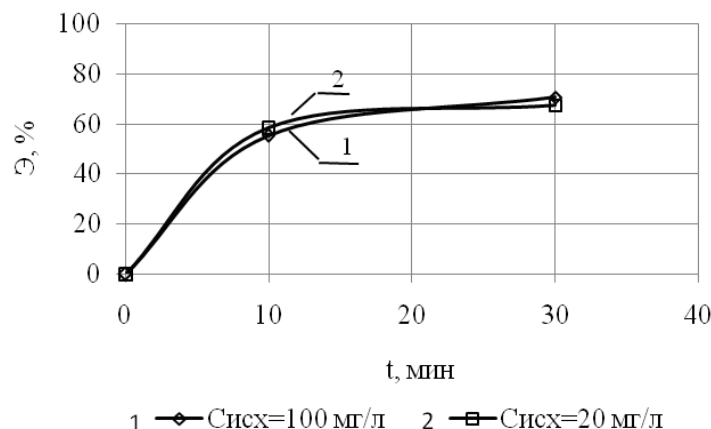


Рисунок 2 – Зависимость эффективности очистки (\mathcal{E}) от продолжительности флотации (t) при $Q_{возд} = 0,1$ м³/м³

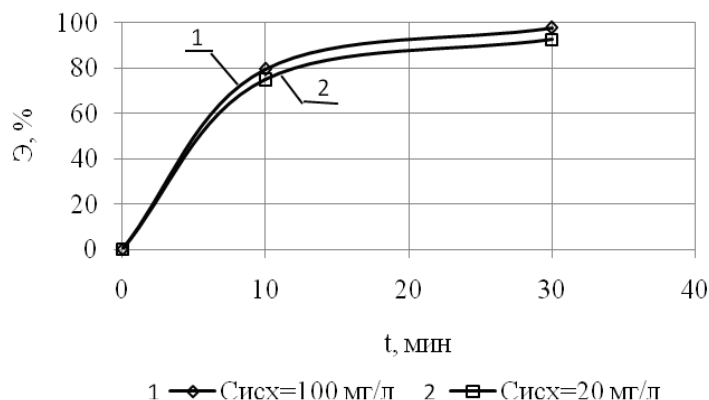


Рисунок 3 – Зависимость эффективности очистки (\mathcal{E}) от продолжительности флотации (t) при $Q_{возд} = 0,5$ м³/м³

Из рисунков 2 и 3 видно, что при равных временных условиях увеличение расхода воздуха до 0,5 м³/м³ приводит к повышению эффективности очистки воды от АПАВ в среднем на 17 % при $C_{исх}=20$ мг/л и на 25 % при $C_{исх}=100$ мг/л. Таким образом, оптимальными значениями расхода воздуха и времени флотации, обеспечивающими эффективность очистки до 97 % по АПАВ, являются 0,5 м³/м³ и 30 мин соответственно. Однако недостатком высокого расхода воздуха является значительный унос воды с пеной (от 25% до 30 %).

Также проводили флотацию с добавлением золь-геля базальтового супертонкого волокна, отличающегося высокими сорбционными показателями, прочной структурой, не поддающейся истиранию при контакте с водой.

Литература:

1. Яковлев С.В., Каремии Я.А., Ласков Ю.М. и др. Очистка производственных сточных вод: Учеб. пособие для вузов. - М.: Стройиздат, 1985. - 335 с.
2. Митин К.А. Экология и охрана природы / К.А. Митин – М: Инфра, 2001. – 350 с.

3. Гусева Т.В. Гидрохимические показатели состояния окружающей среды / Т.В.Гусева, Я.П. Молчанова, Е.А Заика. – М: Инфра, 2010. – 192 с.

4. Патент 2347753 РФ, МПК51 CO2 F1/00, CO2F 1/24, CO2F 1/40. Станция очистки оборотной воды после мойки механических устройств / Муртазин А. В. ; заявитель и патентообладатель ЗАО НПЦ «Тормоз». – Екатеринбург: ЗАО НПЦ «Тормоз». - № 2007130441/12; заявл. 08.08.2007; опубл. 27.02.2009.

5. Комарова Л.Ф., Кормина Л.А. Инженерные методы защиты окружающей среды. Техника защиты атмосферы и гидросферы от промышленных загрязнений: Учебное пособие. – Барнаул, 2000. – 395 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОЧИСТКЕ ПРИРОДНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ЖЕСТКОСТИ НА НОВЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

Боценко А.А. – студент, Куртукова Л.В. – аспирант, Сомин В.А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Одним из наиболее важных показателей качества воды является наличие в ней ионов жесткости. Жёсткость воды – совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней растворённых солей щёлочноземельных металлов, главным образом, кальция и магния.

Высокие значения общей жесткости приводят к интенсивному накоплению осадка в системах водоснабжения, нарушает работу теплообменного оборудования. Значение общей жесткости для питьевой воды регламентировано СанПиН и не должно превышать 7 мг-экв/л []. Для воды, используемой на предприятиях теплоэнергетике, где она является теплоносителем, необходимо поддерживать жесткость в пределах от 1,1 до 1,5 мг-экв/л; а в воде. Наиболее жесткие требования предъявляются к воде, подаваемой в паровые котлы, где значения жесткости не должно превышать 0,1 мг-экв/л.

Соединения кальция и магния при нагревании выпадают в осадок (накипь), которая вызывает преждевременный выход из строя нагревательных котлов, труб, арматуры. Кроме того, при использовании воды с повышенной жесткостью расход моющих средств может увеличиваться от 30 % до 50 %.

Для устранения жесткости применяют методы умягчения воды: термические, реагентные, физико-химические, электрохимические. Наиболее часто используемым методом умягчения воды является ионный обмен. Однако применяемые при этом материалы (катиониты) являются дорогостоящими, что зачастую ограничивает применение этого метода. Поэтому актуальным является поиск недорогих и высокоэффективных материалов для умягчения воды.

Проведенные нами исследования были посвящены получению новых сорбционных материалов на основе базальтового волокна и бентонитовой глины для очистки природных вод от ионов жесткости и изучению свойств этих материалов. Предварительно были проведены исследования по изучению сорбционной емкости бентонитовых глин различных месторождений, подвергнутых кислотному, солевому и содовому типам активации.

Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Значение сорбционной емкости бентонитовых глин различных месторождений

Вид бентонитовой глины	Значение сорбционной емкости A_{max} , мг-экв/г		
	тип активации		
	кислотная	содовая	солевая
Хакасская (горизонт 6.9)	0,10	0,44	0,43
Хакасская (горизонт 5.1)	0,11	0,62	0,23
Екатеринбургская	0,15	0,75	0,38
Таганская	0,19	0,92	0,64

В ходе экспериментов было выявлено, что глины Таганского (образец 1) и Екатеринбургского (образец 2) месторождений содовой активации показали наибольшую сорбционную емкость по ионам жесткости.

На основе выщелоченного в соляной кислоте базальтового волокна (ВБВ) и указанных бентонитовых глин, были приготовлены фильтровально – сорбционные материалы в соотношении бентонит / базальтовое волокно 1/3. Выщелачивание волокна проводилось с целью удаления оксидов кальция, в значительном количестве находящихся в его структуре и легко вымываемых водой. На полученных материалах были проведены исследования по извлечению ионов жесткости в статических и динамических условиях.

Была изучена статическая сорбционная емкость исследуемых сорбентов материалов. Результаты эксперимента приведены на рисунке 1.

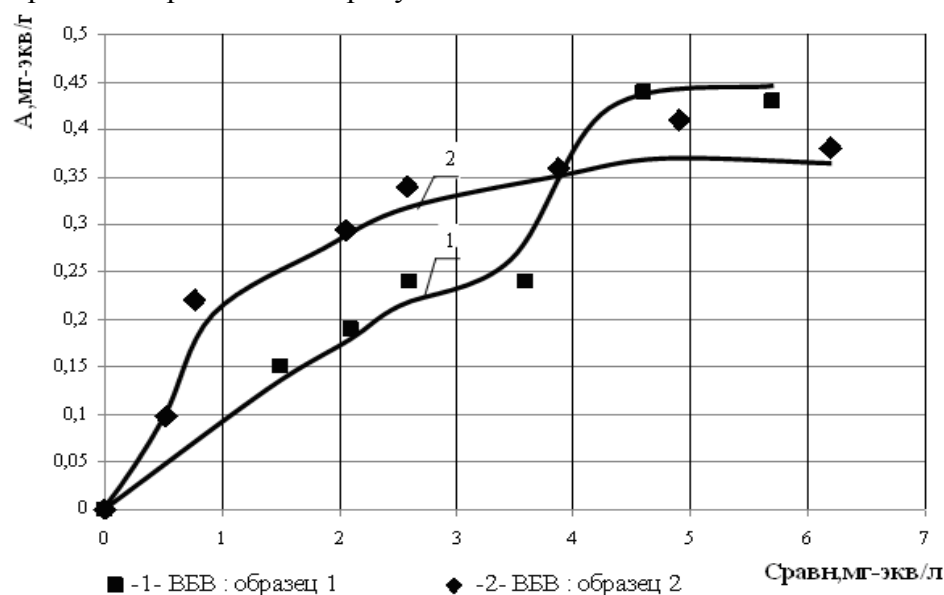


Рисунок 1 – Изотермы сорбции ионов жесткости выщелоченном базальтовом волокне, модифицированном бентонитовой глиной (образец 1 и образец 2), в соотношении бентонит : волокно 1:3

Как видно из рисунка 1, ход кривых аналогичен, при этом наибольшую сорбционную емкость показал материал с бентонитом Таганского месторождения на уровне 0,44 мг-экв/г. На основании проведенных исследований можно сделать вывод о том, что фильтровально – сорбционный материал на основе выщелоченного базальтового волокна и бентонитовой глины является перспективным для умягчения воды.

Литература:

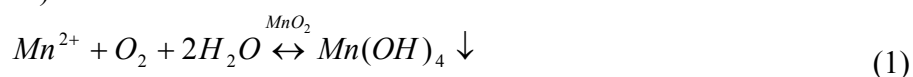
1. СанПиН 2.1.4.1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества.

ПОЛУЧЕНИЕ НОВОГО КАТАЛИТИЧЕСКИ АКТИВНОГО СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ СОЕДИНЕНИЙ ЖЕЛЕЗА И МАРГАНЦА

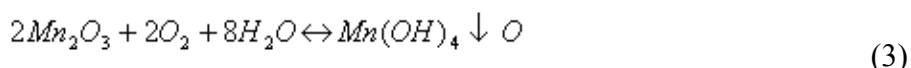
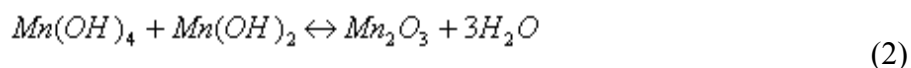
Булах М.А. - студент, Буравлев В.О. – аспирант,
Сенькив Я.Б. – аспирант, Кондратюк Е.В. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

С каждым годом все большие требования предъявляются к качеству воды, используемой для производства продукции на предприятиях различных отраслей промышленности. Большинство из производств ориентируются на водоснабжение из подземных источников. Артезианские скважины, как известно, имеют более стабильный состав по микробиологическим показателям, но значительные превышения ПДК по ионам железа, марганца, жесткости. Наиболее рациональным решением является последовательное удаление этих загрязнений. Если для очистки воды от железа существует большое количество способов: аэрация, фильтрование на песчаных фильтрах, каталитическое окисление на зернистых загрузках, то очистка воды от марганца является достаточно сложным этапом водоподготовки. Для окисления Mn^{2+} в Mn^{4+} необходимо создать рН среды более 8,0, а без использования катализаторов не менее 9,0.

Большинство предлагаемых на сегодня решений – это использование каталитических загрузок на основе зернистых материалов, покрытых диоксидом марганца (IV). Предположительно на каталитической пленке сорбируются ионы марганца, которые окисляются кислородом, растворенным в воде, до Mn^{4+} за счет подвижности электронов в диоксиде марганца (реакция 1).



Постепенно на поверхности фильтрующего материала происходит осаждение $Mn(OH)_4$, который в свою очередь сорбирует ионы Mn^{2+} (которые находятся в воде в гидролизованном виде - $Mn(OH)_2$ или $MnO_2 \cdot nH_2O$) и на его поверхности происходит их окисление по реакциям 2 и 3.

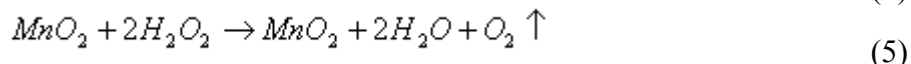
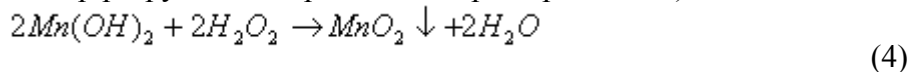


Основной недостаток зернистых загрузок это ограниченная доступная поверхность оксидной пленки и повышенная истираемость в процессе регенерации. Проведенные ранее исследования показали, что перспективным направлением в развитии сорбционных материалов является использование в качестве матрицы носителя волокнистых материалов, например базальтовых волокон [1]. Такие материалы имеют контурную поверхность порядка 60 м²/г, что позволяет значительно ускорять каталитические и сорбционные процессы. В ходе проводимых исследований так же было выявлено, что базальтовые волокна обладают способностью агломерировать на своей поверхности пузырьки воздуха в воде, за счет своей небольшой гидрофобности. Данный факт позволяет предполагать, что это усиливает окислительные процессы с участием кислорода на поверхности.

Наиболее распространенным способом синтеза каталитических загрузок является химическое осаждение диоксида марганца на поверхности материала. Для этого используют растворы марганца (хлорид, реже нитрат) и в качестве окислителя перманганат калия. Сегодняшняя политика государства в области продажи и использования многих веществ, включая приведенные выше, ограничивает возможность их использования без разрешения соответствующих органов. Поэтому необходимы альтернативные способы получения таких фильтрующих материалов.

Наиболее подходящим направлением синтеза можно считать использование сульфата марганца в качестве «поставщика» ионов в раствор, а в качестве окислителя (реакция 4)

вместо перманганата применять перекись водорода, которая так же является индикатором на диоксид марганца (катализатор разрушения перекиси водорода реакция 5):



На рисунке 1 представлены схема проведения процесса получения каталитического материала, состоящая из четырех последовательных стадий.

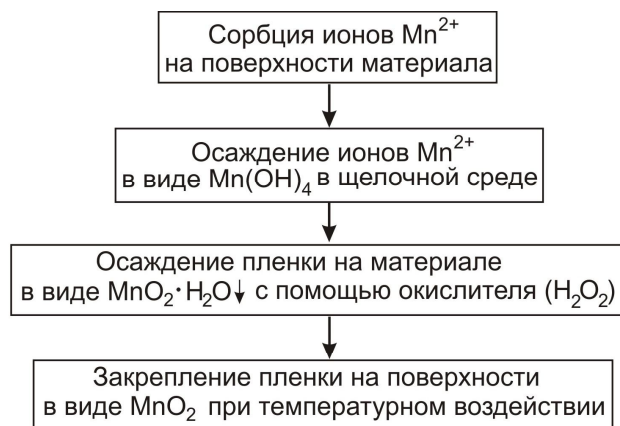


Рисунок 1 - Схема синтеза каталитического сорбента на основе базальтовых волокон

На данный момент получены образцы нового каталитического сорбента на основе микроволокон базальта, по схеме приведенной выше. Получены ИК-спектры синтезированного материала и химически осажденного диоксида марганца, а так же зарубежного каталитического сорбента «Витм», исходя их которых можно сделать вывод о схожести структуры данных образцов.

Были проведены исследования величины фильтроцикла для загрузки сорбента массой 20 г (плотность укладки $\rho=250$ кг/м³), при скорости фильтрования 10 м/ч и начальной концентрации $Mn^{2+} = 0,5$ мг/л, общий профильтрованный объем составил 80 л. В итоге была достигнута максимальная эффективность очистки воды равная 100 %, величина фильтроцикла составила 70 л (эффективность 60%).

Дальнейшие исследования направлены на получение более прочной каталитической пленки на базальтовых волокнах и изучения сорбционно-каталитических свойств материалов.

Литература:

1. Буравлев В.О. Базальтовое волокно как матрица при создании новых фильтровально-сорбционных материалов для очистки артезианских вод /Буравлев В.О., Панасенко А.В., Лубнина А.Ю. //Материалы Всероссийской НПК «В мире научных открытий», Красноярск, №4 (10), Часть 15. 2010. – С.14-15.

РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ И ЭКОЛОГИИ ПРИ ПЕРЕРАБОТКЕ ПРОДУКТОВ КОКСОВАНИЯ

Бесчастный С.С. – студент, Горелова О.М. – к.т.н., доцент

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

Коксохимическая промышленность обеспечивает ресурсами черную, цветную металлургию и ряд других производств, где необходимы топливо и восстановитель, а также является источником разнообразного химического сырья. Кроме кокса, продуктами коксохимии являются фракции каменноугольной смолы, сырой бензол и др.

Технологии улавливания химических продуктов коксования, их очистки и переработки требуют постоянного совершенствования, поскольку далеко не всегда соответствуют современным требованиям экологии и ресурсосбережения.

Для улавливания сырого бензола используется поглотительная фракция каменноугольной смолы. Она содержит множество компонентов, основными из которых являются, нафталин, метилнафталины, аценафтен. Сорбцию бензола обеспечивает присутствие в поглотительном масле метилнафталинов, а нафталин обладает незначительными сорбционными способностями. Кроме того, при абсорбции бензола происходят значительные выбросы нафталина в атмосферу. Таким образом, поглотительное масло, получаемое при фракционировании смолы, низкого качества из-за высокого содержания (до 60 % мас.) в нем нафталина.

Получение улучшенного поглотительного масла на основе поглотительной фракции каменноугольной смолы будет способствовать снижению выбросов нафталина в атмосферу и получению его в качестве товарного продукта, увеличению абсорбционной способности поглотительного масла. Таким образом, процесс «улучшения» масла предполагает удаление из него нафталина.

Нафталин и метилнафталины обладают близкими температурами кипения (218 °С, 241 °С, 245 °С), поэтому для выделения нафталина из поглотительной фракции каменноугольной смолы мы предлагаем азеотропную ректификацию. Согласно литературным данным [1], азеотропным агентом может служить капроновая кислота, которая образует азеотропную смесь с нафталином, а с метилнафталинами смеси азеотропны.

Для создания ректификационной схемы производства улучшенного поглотительного масла, прежде всего, необходимо было изучить парожидкостное равновесие в бинарных системах, образованных компонентами изучаемой смеси. Это позволяет изучить закономерности ректификационного разделения в вычислительном эксперименте.

Прогнозирование парожидкостного равновесия производилось с помощью групповой модели UNIFAC, а описание полученных псевдоэкспериментальных данных осуществлялось с использованием уравнения Вильсона, в результате чего были определены параметры бинарного взаимодействия веществ в исследуемой смеси. Зависимость упругости пара индивидуальных веществ от их температур кипения моделировалась уравнением Антуана. Результаты математической обработки - параметры уравнения Вильсона для всех двухкомпонентных систем исследуемой смеси были положены в основу расчета процесса ректификации.

Ректификационное разделение принято было проводить на колонне периодического действия диаметром 1 м. Параметрическая оптимизация проводилась в вычислительном эксперименте, критерием оптимизации служил минимум энергозатрат при заданном качестве продуктов разделения. Оптимизируемыми параметрами являлись: общая эффективность колонны (число теоретических тарелок) – $N_{Т.Т.}$, флегмовое число – R , продолжительность ректификационного разделения - τ .

Перед нами были поставлены 2 задачи:

1. Удалить нафталин из поглотительной фракции с помощью азеотропной ректификации.

2. Провести регенерацию разделяющего агента.

Регенерация разделяющего агента будет проводиться также путем ректификации при изменении давления с 760 мм рт. ст. до 20 мм рт. ст.

В ходе моделирования нами было выявлено, что азеотропная смесь капроновая кислота – нафталин при понижении давления обогащается капроновой кислотой. При давлении 10 мм рт. ст. происходит инверсия, смесь становится азеотропной, и нафталин является низкокипящим компонентом. Исходя из этого, с целью минимизации расхода разделяющего агента, нами было принято проводить разделение поглотительной фракции

при давлении 20 мм рт. ст., т.е. смесь еще азеотропная и она максимально обогащена нафталином.

Нами была предложена технологическая схема получения улучшенного поглотительного масла. Основным разделительный элемент – ректификационная колонна периодического действия, на которой попеременно реализуются процессы отделения нафталин и регенерации азеотропного агента.

На первой стадии нафталин выделяется в виде азеотропной смеси с капроновой кислотой в дистиллят, а в кубе колонны остается улучшенная поглотительная фракция.

При регенерации азеотропного агента в дистиллят выделяется смесь азеотропного состава, причем при давлении 760 мм рт. ст. нафталина в смеси 30 % масс., а при давлении 20 мм рт. ст. – 80 % масс. В кубе колонны периодического действия попеременно получаем нафталин и капроновую кислоту.

Реализация предлагаемой нами технологии позволит улучшить экологические характеристики коксохимического производства, поскольку снизится выброс нафталина в атмосферу. Процесс улавливания бензольных углеводородов будет более эффективным и появится еще один товарный продукт – нафталин.

Литература:

1. Огородников С.К., Лестева Т.М., Коган В. Б. Азеотропные смеси: Справочник.- С-Пб.-1971. – 848 с.

ВЫБОР МЕТОДА ОБЕЗВОЖИВАНИЯ МАТЕРИАЛА В УСТАНОВКЕ ПО ПОЛУЧЕНИЮ МИНЕРАЛЬНЫХ ВОЛОКНИСТЫХ СОРБЕНТОВ

Чигаев И.Г. – студент, Сеселкин И.В – к.т.н. доцент, Кондратюк Е.В. – к.т.н. доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

На сегодняшний день, в связи с плохой экологической обстановкой, потребность в качественной питьевой воде очень высока. Одним из способов получения воды высокого качества является её очистка. Для очистки питьевой воды применяется широчайший спектр методов и оборудования. Основными методами очистки воды являются: механическая очистка, методы обезжелезивания и деманганации, ионного обмена - для удаления солей жесткости либо обессоливания воды, мембранные методы - от микрофильтрации до обратного осмоса.

На кафедре ХТиИЭ с 2002 года проводятся исследования в области разработки технологии очистки воды с применением материалов на основе базальтовых волокон и бентонитовых глин. Бентонитовые глины и материалы на их основе представляют собой хорошую альтернативу существующим ионитам и активированным углям, применяемым для очистки воды.

Проведенные на кафедре эксперименты показали высокую эффективность сорбционно-ионообменных материалов на основе бентонитовых глин и базальтовых волокон при очистке воды от ионов тяжелых металлов. На их основе были разработаны технологии получения фильтровально-сорбционных материалов в лабораторных условиях. Разработана опытно-конструкторская установка полупромышленного типа для получения фильтровально-сорбционных материалов.

В разработанной технологической установке лимитирующим и самым энергозатратным процессом является сушка. На данной установке экспериментально был подобран оптимальный метод и режим сушки с помощью инфракрасных излучателей. Для увеличения эффективности работы инфракрасных излучателей, увеличения скорости сушки и производительности установки необходимо проводить предварительное обезвоживание материала. В существующей установке для предварительного обезвоживания сорбента используются отжимные валки, которые непосредственно на конвейерной ленте удаляют физико-механическую связанную влагу. Для равномерного обезвоживания требовалось

перед подачей материала на валки равномерно распределить материал по конвейерной ленте с заданной толщиной материала, для чего использовалось распределительное устройство.

Для установления эффективности отжима влаги с помощью валков была проведена серия опытов по обезвоживанию материала на отжимных валках, результаты экспериментов представлены на рисунках 1 и 2.

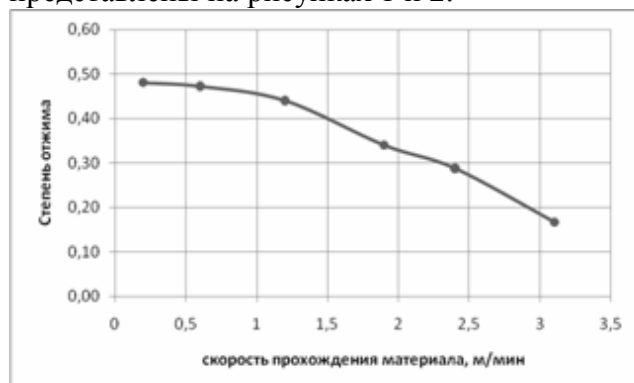


Рисунок 1 - Зависимость степени отжима от скорости прохождения материала

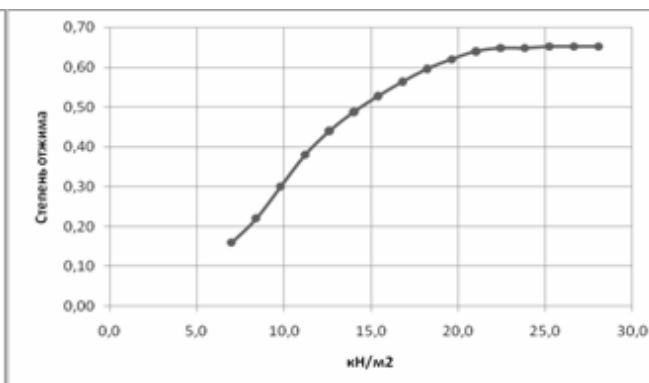


Рисунок 2 –Зависимости изменения степени отжима материала от нагрузки

Как видно из рисунков для достижения максимальной эффективности отжима с помощью валков необходимо обеспечить высокое удельное давление (порядка 22 кН/м²) и наименьшую скорость (порядка 3,15 м/мин) прохождения материала через валки. При выполнении этих условий возникают несколько отрицательных моментов:

1. При увеличении нагрузки, сообщаемой материалу от валков, аналогичная по величине нагрузка, но с противоположным знаком возникает в конвейерной ленте, на которой и происходит отжим, что приводит к растяжению ленты и быстрому её выходу из строя.

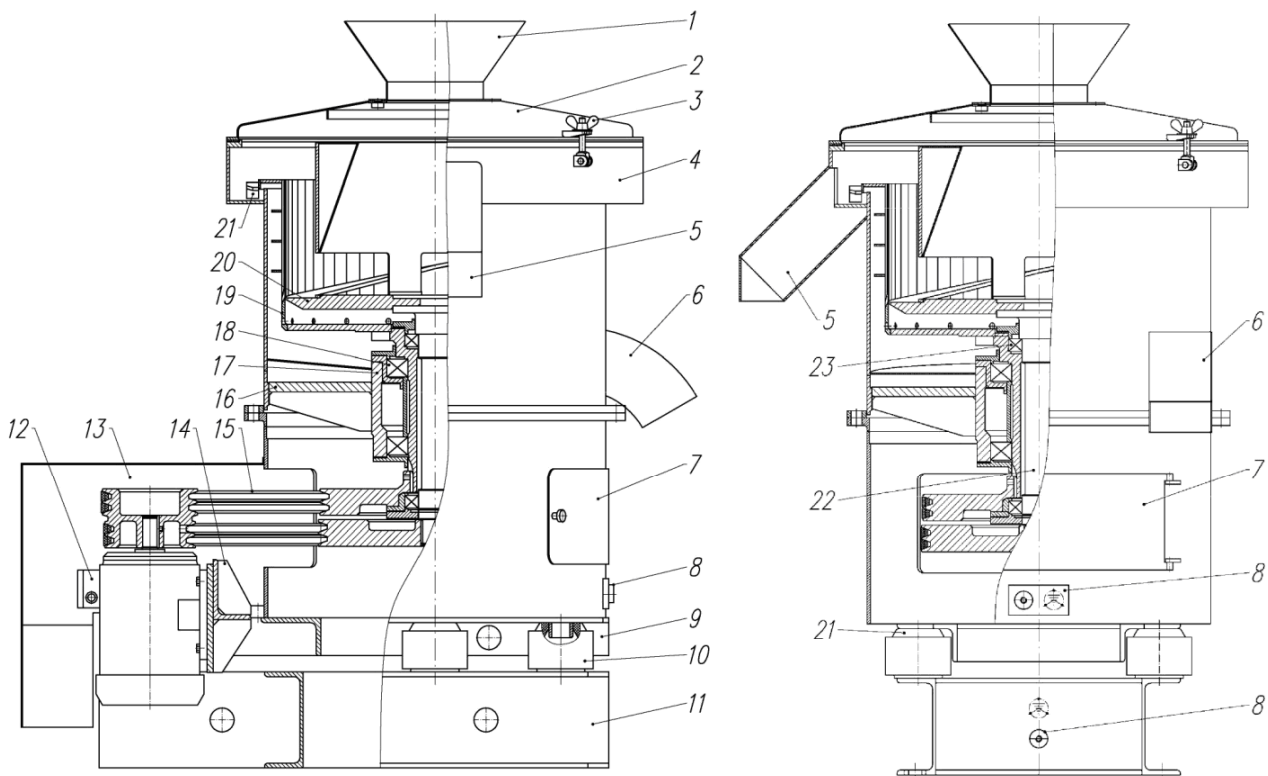
2. После обезвоживания материал поступает в сушильную камеру плотным, что увеличивает время сушки и соответственно увеличиваются затраты электроэнергии на единицу высушиваемого материала.

3. При снижении скорости движения ленты, становится невозможным обеспечить необходимую толщину материала, происходит перелив суспензии из распределительного устройства.

В связи с вышесказанным целью работы является выбор и изучение эффективного способа удаления влаги из волокнистого материала (на примере минерального волокнистого сорбента).

Предварительное удаление влаги из материалов, полупродуктов или готовых изделий осуществляется различными методами, самые распространенные из которых осуществляются в таких аппаратах, как центрифуги, отжимные машины, отсосные машины.

Анализ литературных и экспериментальных данных показал, что методом центрифугирования достигается достаточно четкое и в то же время быстрое разделение суспензий в центробежном поле. Для выбора типа центрифуги были изучены свойства разделяемой среды. Так же были учтены следующие факторы: отсутствие необходимости в промывке осадка в роторе, допустимость незначительного измельчения твердой фазы в роторе, слабоабразивные свойства твердой фазы, а так же отсутствие необходимости дополнительного обогрева или охлаждения суспензии. Была выбрана фильтрующая центрифуга со шнековой выгрузкой осадка. За прототип была взята серийно выпускаемая центрифуга - фильтрующая центрифуга саморазгружающая ФЦС-0,5 (ПРЦ-0,5), предназначенная для непрерывного разделения пульпы со среднеизмельченной твердой фазой (рисунок 3).



1 – загрузочная горловина; 2 – крышка; 3 – откидной болт; 4 – корпус; 5 – патрубок выгрузки; 6 – патрубок слива; 7 – люк; 8 – болт заземления; 9 – рама корпуса; 10 – стакан с амортизатором; 11 – нижняя рама; 12-двигатель; 13-защитный кожух; 14-кронштейн; 15- клиноремённая передача; 16-дно; 17-стакан; 18,23-подшипники; 19-ротор; 20-шнек; 21-лопатки; 22-вал

Рисунок 3 - Фильтрующая центрифуга саморазгружающая ФЦС-0,5

Для того чтобы использовать данный тип центрифуги в существующей опытно-конструкторской установке полупромышленного типа для получения фильтровально-сорбционных материалов, необходимо произвести изменения в конструкцию. Необходимость изменений обусловлена следующими основными причинами:

- паспортная производительность центрифуги ФЦС 0,5 по исходной суспензии составляет $1 \text{ м}^3/\text{час}$, при необходимых $0,4 \text{ м}^3/\text{час}$;
- габариты центрифуги ФЦС 0,5 не позволяют установить её в существующую установку;
- большая мощность двигателя и, следовательно, высокое энергопотребление.

Выполнен расчёт основных узлов центрифуги: ротора, вала, стакана, привода, виброопор. Предлагается также заменить некоторых металлические конструктивные элементы на аналогичные, выполненные из более дешёвых полимерных материалов, что позволит уменьшить металлоёмкость и массу центрифуги, снизить капитальные затраты на её изготовление.

Предполагается разработка основных рабочих чертежей центрифуги, после выполнения которых машина будет изготовлена и использована в опытно-конструкторской установке для получения фильтровально-сорбционных материалов.

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО ТЕПЛООБМЕННИКА С РАЗВИТОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ТЕПЛООБМЕНА ДЛЯ НУЖД МАЛОГО БИЗНЕСА

Семенов А.Г. – студент, Сесёлкин И.В. – к.т.н., доцент, Кондратюк Е.В. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Теплообменные аппараты нашли широкое применение в химической, пищевой и других отраслях промышленности, также необходимы они и в сельском хозяйстве. Теплообменники могут использоваться как для подогрева, так и для охлаждения конечных

или промежуточных продуктов, для подготовки сырья, для обеспечения условий протекания процесса. Примерами использования теплообменного оборудования в химической промышленности могут служить: подогрев острым паром легковоспламеняющихся веществ, быстрое охлаждение готового продукта, конденсация паров. В пищевой промышленности: охлаждение молока соков, пастеризация, подогрев продуктов. Теплообменники широко применяются в сельском хозяйстве для подогрева ГСМ в зимнее время, обогрева и кондиционирования воздуха в помещениях.

Промышленностью выпускаются различные виды теплообменных аппаратов:

- кожухотрубчатые теплообменники
- теплообменники с развитой поверхностью (пластинчатые или ребристые)

Эти аппараты предназначены для производств с большим объёмом выпускаемой продукции и, как правило, очень громоздки и довольно дороги. В связи с этим мелкие предприятия и фермерские хозяйства вынуждены искать подходящие аппараты за границей [1]. Дороговизна зарубежных теплообменников и отсутствие более дешёвых российских аналогов усложняет дела отечественным бизнесменам.

Целью данной работы является разработка лабораторного образца высокоэффективного теплообменника небольшой производительности с интервалом температур от -45 до $+85$ °С. Аппарат должен быть компактным, простым в изготовлении, лёгок в эксплуатации и ремонте. Для изготовления теплообменника предполагается использовать недорогие современные материалы, которые позволяют работать с пищевыми продуктами и высокоагрессивными средами.

Перспективным направлением является исследование теплофизических характеристик теплообменника со сложной формой поверхности теплообмена и более эффективным движением теплоносителей друг относительно друга. В литературе отсутствуют приемлемые формулы расчёта таких теплообменников, что обуславливает необходимость создания опытного образца и проведение его испытаний.

Первоначально для реализации поставленной задачи был изготовлен корпус из полимерного материала. Выбор данного материала решает несколько важных задач: облегчение и удешевление конструкции, простота обработки, отсутствие необходимости в дополнительной теплоизоляции, коррозионная стойкость, возможность контакта с пищевыми продуктами. В качестве теплообменного контура использовалась трубка из нержавеющей стали. За счёт развитой поверхности трубки площадь теплообмена увеличивается в 1,4 раза при одной и той же длине и проходном диаметре обычной цилиндрической трубки. Рассмотрим формулу площади поверхности теплопередачи [2]:

$$F = \pi d n L \quad (1)$$

где: n – число труб, шт.; F – площадь поверхности, м^2 ; d – диаметр трубы, м; L – длина одной трубки, м.

Если взять кожухотрубчатый теплообменник диаметром 100 мм с четырьмя трубками, то общая длина трубок не превышает четырёх длин корпуса. В предлагаемом теплообменнике предлагается оригинальное расположение трубок, что позволяет увеличить их длину по отношению к длине корпуса приблизительно в 10 раз. Рассмотрим уравнение теплопередачи в простейшем виде [2]:

$$Q = KF \Delta t_{cp} \quad (2)$$

где: K – коэффициент теплопередачи, $\text{Вт}/(\text{м}^2\text{К})$; Q – количество теплоты, Дж; F – площадь поверхности теплообмена, м^2 ; Δt_{cp} – средняя разность температур теплоносителей, °С.

Основными характеристиками теплообменника, влияющими на процесс, являются площадь теплообмена и коэффициент теплопередачи. Коэффициент теплопередачи включает в себя два значения коэффициентов теплоотдачи от первого (горячего) теплоноси-

теля к стенке и от стенки ко второму теплоносителю (холодному). Приближенные значения этих коэффициентов [2]

- $\alpha = 1200-5800 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ для труб и каналов;
- $\alpha = 3100-10000 \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{К})$ для поперечного обтекания труб.

Как видно из приведённых значений, спиральное расположение труб выгоднее, так как витки трубки располагаются поперёк потока теплоносителя.

Все формулы и данные, приведённые выше, являются приблизительными. Тем не менее, они помогают предварительно оценить эффективность предлагаемой конструкции, но не позволяют получить точных характеристик. Для создания опытного образца теплообменника данного типа требуется проведение НИОКР. Так как только опытным путём, проводя исследования характеристик, можно получить точные данные для описания энергетического баланса новой конструкции теплообменника.

Литература:

1 Теплообменное оборудование [Электронный ресурс]: статья/М. – 2011. – Режим доступа: <http://lokal.alfalaval.com> /Загл. с экрана.

2 Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов/Под ред. чл. корр. АН СССР П.Г. Романкова. – 10е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987. – 576 с., ил.

ПРИГОТОВЛЕНИЕ СОРБЕНТОВ МЕТОДОМ ГРАНУЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ И СТОЧНЫХ ВОД ОТ ИОНОВ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ

Адышева Ж.И.- студент, Лаптева А.А. – студент, Пеленева А.С. – студент,
Курочкин Э.С. – к.х.н., доцент

В условиях интенсивного антропогенного влияния на природные водные ресурсы, приобретают актуальность вопросы, связанные с очисткой водных источников. Соли железа и марганца являются основными компонентами артезианских вод, что наиболее характерно для территории Сибири и Дальнего Востока. В такой воде возникает ряд проблем как при коммерческо – промышленном, так и при бытовом использовании. Их негативное влияние на человека заключается не только в прямом воздействии высоких концентраций, но и в отдаленных последствиях, связанных со способностью этих металлов аккумулироваться в организме. В промышленности присутствие железа и марганца в воде вызывает коррозию трубопроводов и оборудования, а также негативно влияет на многие химические процессы.

Обезжелезивание – деманганация воды – без преувеличения одна из самых сложных задач в водоподготовке. Решением этой проблемы является производство сорбентов на базе природного минерального сырья, таких как базальтовое волокно, бентонитовые глины, и других, таких как древесные опилки и т.д. В составе бентонита преобладающим минералом является монтмориллонит, обладающий выраженными сорбционными и ионообменными свойствами. Монтмориллонит содержит катионы металлов, которые выступают в качестве обменных катионов. В случае использования древесных опилок в смеси с сорбентом следует ожидать увеличения пористости сорбента и как следствие большей активности сорбента из – за увеличения удельной поверхности. Сорбент в этом случае подвергается термической обработке.

Практический интерес представляет использование гранулированного бентонита для очистки сточных вод, с последующим применением фильтров с насыпным слоем. Методы гранулирования и аппаратура в отечественной и зарубежной практике многообразны. Классифицируются они следующим образом: 1) методы окатывания – гранулы формируются из порошкообразного материала путем их агрегации или послойным ростом с последующим уплотнением их структуры; 2) метод прессования сухих порошков с получением брикетов, плиток и т.д. с последующим их дроблением; 3) метод формования или экструзии –

продавливания пастообразной массы через отверстия; 4) гранулирование в псевдооживленном слое и другие.

Целью исследовательской работы являлось получение гранулированного сорбента с выходом товарной фракции любого заданного размера от 0,5 до 11 мм методом окатывания при максимальной прочности гранул.

Опыты проводились на многофункциональной установке, позволяющей изучать процессы гранулирования. В работе использовался барабанный гранулятор с объемом сферического барабана 8 литров. Установка позволяет изучать зависимость доли выхода заданной по размерам товарной фракции гранул от угла наклона барабана, скорости его вращения, степени увлажнения исходного материала водой, длительности окатывания.

Навеска исходного порошка бентонитовой глины 300г и базальтового волокна 3г, предварительно измельченного до крупности частиц менее 0,3мм помещалась в барабан и при заданной скорости вращения барабана 45 об/мин проводилось окатывание в гранулы, при этом обнаружено, что эффективность процесса не зависит от угла наклона барабана и последующие эксперименты проводились при горизонтальном по оси положении барабана. В процессе окатывания материал через форсунку увлажнялся фиксированным количеством воды. Предварительными опытами установлено оптимальное количество воды, которое на навеску 300г бентонитовой глины и базальтового волокна, составило 110мл. С целью увеличения активности сорбента применялись модифицирующие добавки - базальтовое волокно и древесные опилки. Перед окатыванием двухкомпонентные смеси бентонитовая глина – базальтовое волокно или бентонитовая глина – древесные опилки смешивались в заданном соотношении. Дисперсность опилок составляла менее 0,3 мм. Базальтовое волокно предварительно измельчалось растиранием в фарфоровой ступке. Для придания гранулам механической прочности и устойчивости к водной среде после гранулирования проводили термическую обработку в муфельном шкафу при температуре 700⁰С.

Пористость гранул с добавками после термической обработке их при указанной температуре, определялась методом удаления избытка воды. Установлено, что выход гранул заданного размера мало зависит от угла наклона барабана и длительности процесса. Длительность же окатывания зависит от массы исходного материала и от его плотности. Поскольку движущая сила процесса гранулообразования определяется наличием жидкой фазы, то изменением ее количества можно существенно влиять на процесс гранулирования. С увеличением до определенного предела количества связующего возрастают плотность и прочность гранул, уменьшаются время окатывания, что объясняется большей пластичностью, позволяющей частицам смещаться одна относительно другой и перестраивать структуру. Прочность гранул зависит и от количества вводимых базальтового волокна и древесных опилок. Решающим фактором, определяющим гранулометрический состав продукта, является скорость вращения барабана, которая в экспериментах изменялась от 20 до 50 об/мин. При этом выявлены следующие закономерности: малая скорость вращения барабана 20 -30 об/мин приводит к образованию крупных до 11 – 15мм гранул с постоянным увеличением их размера за счет агломерации и в готовом продукте мелкие фракции практически отсутствуют, с увеличением же скорости вращения барабана возрастает доля более мелких товарных фракций.

Наиболее прочные гранулы с добавлением базальтового волокна получают при следующем составе навески: 60 объемных процентов бентонитовой глины и 40 объемных процентов базальтового волокна. Количество вводимой воды в процессе гранулирования составляло 40 объемных процентов от навески.

Аналогично изучался процесс гранулирования бентонитовой глины с древесными опилками, при режиме указанном выше. При изготовлении смеси с древесными опилками весовые соотношения были такими: 75объемных процентов бентонитовой глины и 25объемных процентов древесных опилок. В смеси бентонита с опилками, при крупной фракции опилок 0,5 – 2мм, они плохо окатываются в гранулы и налипают на стенки

барабана. Более мелкая фракция опилок, менее 0,2мм, окатывается очень быстро в гранулы с получением крупной фракции до 30мм, минуя мелкую фракцию.

Равномерность распределения базальтового волокна в объеме гранул, после гранулирования и термической обработки оценивалась визуально с использованием микроскопа марки «Motic» при 60 кратном увеличении на срезе гранул. Таким же методом оценивалась и пористость гранулированного материала с опилками, после их выжигания при 700⁰С. В поле зрения микроскопа и на выполненных фотографиях с цветным изображением наблюдается равномерно распределенные поры в образцах, после выжигания опилок. В образцах гранул с базальтовым волокном также имеет место равномерное распределение волокон по объему гранулы с хаотичным их месторасположением. Изучение пористости гранул показало, что в большей степени, в 2 раза, увеличивается пористость гранул с добавлением базальтового волокна и в меньшей степени с древесными опилками – как модификатором.

Фракционный состав гранулированного продукта изучался методом ситового анализа с использованием набора сит с постоянным модулем и размерами отверстий, мм:11, 4.5, 3.5, 2.0, 0.5, 0.2, 0.15 представлен в таблицах 1,2.

Таблица 1 Данные ситового анализа для гранулированного бентонита с базальтовым ВОЛОКНОМ.

№ сит в наборе	Размер Ячеек сита, мм	Масса исходной навески, г	Масса остатка на каждом сите, г	R,%-доля остатка на каждом сите	D,%-доля материала прошедшего через сито	Состав материала по классу частиц		
						Граничные размеры,мм	Масса фракции, г	Фракция,%
0	11	303	0	0	100	+11	0	0
1	4.5		49	21.87	78.13	-11+4.5	49	21.87
2	3.5		51	22.77	77.23	-4.5+3.5	51	22.77
3	2		80	35.71	64.29	-3.5+2	80	35.71
5	0.5		40	17.85	82.15	-2+0.5	40	17.85
6	0.2		4	1.78	98.22	-0.5+0.2	4	1.78
7	0.15		0	-	-	-0.2+0.15	-	-
-	-		-	-	-	-	<0.15	-

Таблица 2 Данные ситового анализа для гранулированного бентонита с древесными опилками.

№ сит в наборе	Размер Ячеек сита, мм	Масса исходной навески, г	Масса остатка на каждом сите, г	R,%-доля остатка на каждом сите	D,%-доля материала прошедшего через сито	Состав материала по классу частиц		
						Граничные размеры, мм	Масса фракции,г	Фракция,%
0	11	209	0	0	100	+11	0	0
1	4.5		34	18.58	81.42	-11+4.5	34	18.58
2	3.5		47	25.68	74.32	-4.5+3.5	47	25.68
3	2		65	35.52	64.48	-3.5+2	65	35.52
5	0.5		28	15.30	84.70	-2+0.5	28	15.30

6	0.2		9	4.92	95.08	-0.5+0.2	9	4.92
7	0.15		0			-0,2+0.15		
						<0.15		

По итогам исследовательской работы можно сделать выводы. Показана принципиальная возможность получения гранулированного материала из бентонитовой глины с активными компонентами. Определены оптимальные параметры процесса от скорости окатывания, угла наклона барабана и количества связующего – воды. Прочность и водостойкость гранул, обработанных термически, позволяет рекомендовать последующее изучение их активности в процессах очистки водных источников и сточных вод от ионов тяжелых металлов в фильтрах с насыпным слоем.

ИССЛЕДОВАНИЕ СУШКИ МИНЕРАЛЬНЫХ СОРБЕНТОВ КОНВЕКТИВНЫМ СПОСОБОМ

Сенькив Я.Б. - аспирант, Сошилов В.А. – студент, Буравлев В.О., - аспирант,
Лебедев И.А. – к.т.н., доцент

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

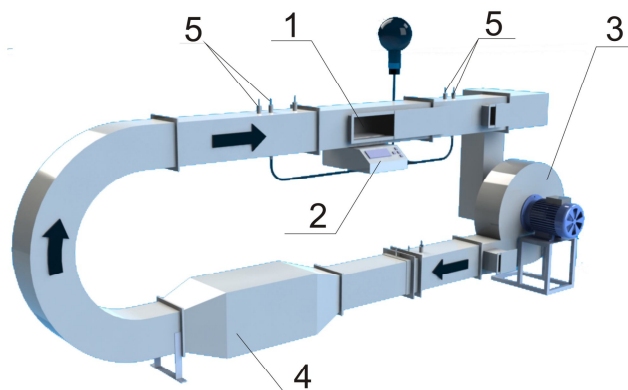
В современной промышленности при высушивании различных материалов достаточно часто применяют конвективный способ сушки. Он остается одним из самых востребованных за счет высокой эффективности, невысокой стоимости, простоты и изученности процесса. Данный способ обеспечивает высокое качество высушиваемых материалов, надежность и простоту обслуживания установок. При этом имеется возможность устанавливать температуру материала на выходе из сушилки, что не мало важно для технологического процесса производства продукции [1].

На кафедре химической техники и инженерной экологии с 2002 года проводятся исследования в области разработки технологии очистки воды высокоэффективными сорбентами на основе природных минеральных материалов, а именно базальтовых волокон и бентонитовых глин [2,3]. Технология получения конечного продукта (сорбента) предусматривает стадию сушки. В зависимости от модификации сорбента допускается нагрев от 100°C до 200°C, для исключения снижения сорбционных свойств от температурного воздействия.

Целью данной работы является определение режимов сушки сорбента из базальтового волокна и бентонитовой глины при различной температуре сушильного агента в конвективной сушилке.

Для достижения поставленной цели был проведен эксперимент по высушиванию сорбента при фиксированной температуре сушильного агента, в частности изучено изменение влагосодержания материала U , считая на абсолютно сухое вещество, во времени. Масса сорбента составляла $G_s = 20$ г, температура сушильного агента $t = 100^\circ\text{C}$.

Опыт проводился на лабораторной установке (Рисунок 1), которая изготовлена на основе конструкции [4]. Воздух циркулировал в сушильной камере 1 за счет воздуходувки 3 и нагревался, проходя через калорифер 4 до заданной температуры. В ходе процесса сушки удаление влаги из материала фиксировалась весами 2. Температура на входе и выходе из сушилки фиксировалась датчиками температуры 5.



1 - Сушильная камера, 2 – Контрольные весы, 3 – Воздуходувка, 4 – Калорифер, 5 – Датчики температуры

Рисунок 1 - Установка конвективной сушилки

По полученным данным, был построен график зависимости изменения влагосодержания материала U от времени сушки τ при заданной температуре по формуле 1 (Рисунок 2).

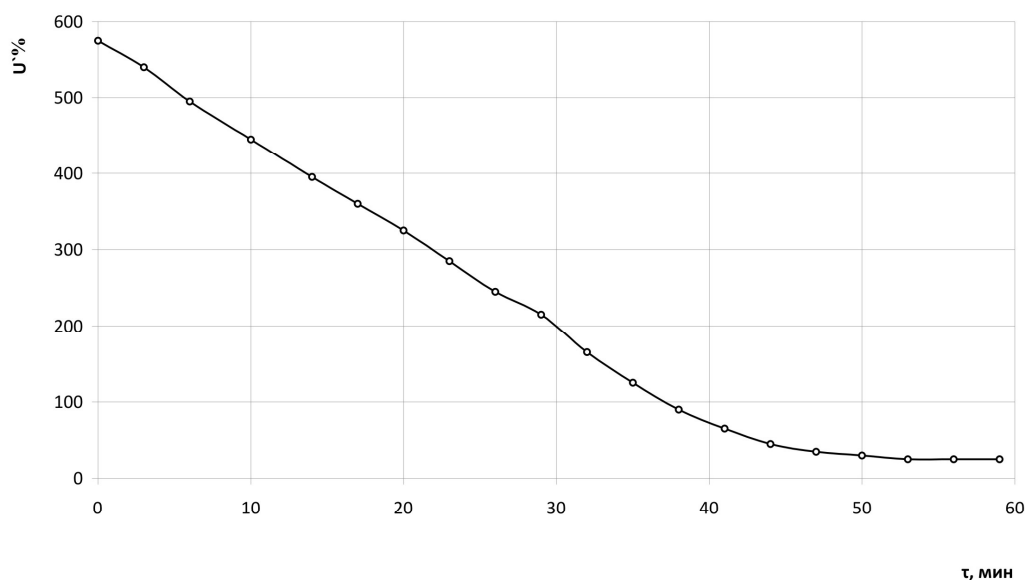


Рисунок 2 - Зависимость изменения влагосодержания материала, считая на абсолютно сухое вещество, от времени сушки при заданной температуре

При температуре сушильного агента 100°C , оптимальное время сушки сорбента составляет приблизительно 50 мин, после которых дальнейшее высушивание не рационально, так как влагосодержание материала не изменяется.

$$U = W * 100 / G_c, \% \quad (1)$$

где W – содержание влаги в материале, г;

G_c – масса сухого материала, г.

На рисунке 3 представлена зависимость скорости сушки от влагосодержания.

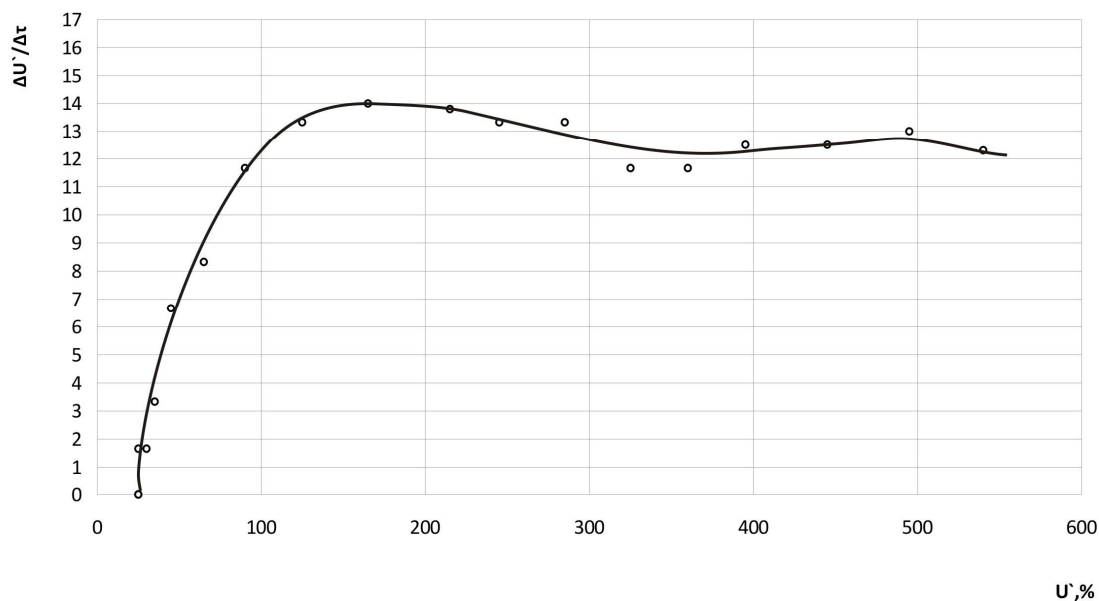


Рисунок 3 - Зависимость скорости сушки от влагосодержания

Как видно из графика средняя скорость сушки сорбента при удалении свободной влаги составляет 13 процентов в минуту. Разброс данных обусловлен погрешностью приборов, поэтому проведена линия тренда для усреднения значений.

Полученные результаты могут быть использованы для подбора оптимального режима сушки сорбента при температуре сушильного агента 100°C.

Литература:

1. Личко Н.М. Технология переработки растениеводческой продукции: М / Личко Н.М. – 2008. – 583с.
2. Лебедев И.В. Разработка технологии фильтровально сорбционной очистки воды от нефтепродуктов, взвешенных частей и ионов железа с применением минеральных базальтовых волокон: автореф. дис... канд. техн. наук / И.А. Лебедев. – Барнаул: изд-во АлтГТУ им. И.И. Ползунова, 2007. – 20с.
3. 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.
4. Тимонин А.С. Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: Справочник. Т.2. Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002. – 1028 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОЧИСТКЕ ВОДЫ ОТ ФЕНОЛОВ НА НОВЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛАХ

Кравченко Н.И. – инженер, Сомин В.А. – к.т.н., доцент

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

Фенолы являются весьма распространенным видом загрязнений водных объектов, что обусловлено сбросом сточных вод нефтехимических заводов, компаний по производству фармацевтических препаратов, строительных материалов, а также ливневыми стоками с железнодорожных магистралей и автозаправочных станций. Повышенное содержание фенолов приводит к снижению процессов самоочищения в водоемах, нарушает нормальный режим работы очистных сооружений.

Применяемые методы очистки сточных вод от фенолов весьма разнообразны, при этом наиболее эффективным как по технологическим, так и по экономическим показателям являются сорбционные, где в качестве адсорбентов применяют активированный уголь, золу, шлаки, генераторную пыль и пр.

Активированный уголь способен эффективно извлекать фенолы, однако срок его службы ограничивается значительными потерями при регенерации, извлечение уловленных фенолов представляет достаточно большую сложность, поскольку требует промывку бензолом или другим растворителем с последующим его извлечением из растворителя. Также возможно регенерировать адсорбент пропариванием с поглощением фенола щелочью. Все вышеперечисленное делает метод сорбции фенолов на активированном угле дорогостоящим, поэтому на практике его применяют редко. Сорбция фенолов на золе и шлаке возможна в целях доочистки, когда не ставится задача извлечения фенолов и их повторного использования.

В связи с этим актуален поиск новых материалов, способных эффективно извлекать фенолы из сточных вод при небольших эксплуатационных и капитальных затратах.

В литературе имеются сведения об использовании для очистки сточных вод от фенолов отходов деревообрабатывающей промышленности, в частности, древесных опилок, а также природных материалов – монтмориллонита, шунгита, вермикулита и бентонитовых глин. Применяются данные материалы, как правило, самостоятельно, что зачастую создает сложности при организации схемы очистки. Поэтому нами была предпринята попытка синтезировать сорбционный материал на основе древесных опилок с нанесенным на них слоем бентонитовых глин. Для увеличения сорбционной емкости опилки были модифицированы 5 %-м раствором ортофосфорной кислоты. Высушенные опилки смешивались с натриевым бентонитом Хакасского месторождения в соотношении бентонит/опилки – 1/2. Компоненты увлажнялись, тщательно перемешивались и высушивались при температуре 120 °С, затем материал выдерживался в муфельной печи при температуре 150 °С в течение 2,5 часов.

Была изучена сорбционная емкость полученного материала по отношению к фенолам. Для этого были наведены модельные растворы с содержанием фенола от 10 до 300 мг/л. В каждый раствор добавлялось по 1 г сорбента, затем содержимое колб непрерывно перемешивалось в течение двух часов, после чего производилось отстаивание суспензии и анализ осветленного раствора на ионы меди фотоколориметрическим методом. Полученные экспериментальные данные по сорбции фенола приведены на рисунке 1. Как видно, максимальная сорбционная емкость достаточно велика и составляет около 40 мг/л.

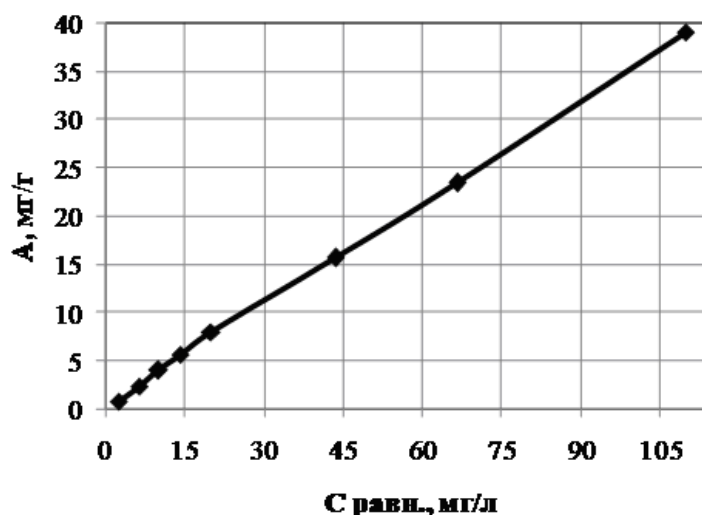


Рисунок 1 – Сорбционная емкость синтезированного материала по отношению к фенолам

Таким образом, материал на основе модифицированных древесных опилок и бентонитовой глины может быть рекомендован для очистки сточных вод от фенолов.

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД БТЭЦ-3 ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ
 Загуменникова Е.А. – студент, Полетаева М.А. – к.т.н., доцент
 Алтайский государственный технический университет (г.Барнаул)

Город Барнаул снабжается теплом и электроэнергией от электростанций, одной из которых является Барнаульская ТЭЦ-3.

Работа станции связана с превращением химической энергии в тепло при сжигании топлива в котлоагрегате. Образующееся тепло передается воде и водяному пару. Пар в турбинах преобразовывается в механическую энергию, а в генераторах превращается в электрическую, которая наряду с паром и горячей воды поступает потребителям.

На предприятии организована обратная система технического водоснабжения с подпиткой из реки Оби. Основная часть воды (более 90 %) расходуется в системе охлаждения различных агрегатов: конденсаторов, турбин, масло и воздухоохладителей, движущихся механизмов и др.

Воды после охлаждения конденсаторов турбин и воздухоохладителей несут, как правило, только тепловое загрязнение, но в некоторых случаях охлаждающие воды могут содержать и посторонние вещества. Это обусловлено тем, что в систему охлаждения включены так же и маслоохладители, нарушение плотности которых могут приводить к проникновению нефтепродуктов (масел) в охлаждающую воду. Масла так же могут попадать в сточные воды из главного корпуса, гаражей, открытых распределительных устройств, маслохозяйств.

В практике применяются различные методы очистки сточных вод от нефтепродуктов, например: механические, физико-химические, окислительные, биологические [1].

На предприятии БТЭЦ-3 предусмотрена система очистки стоков от нефтепродуктов, которая заключается в отстаивании замасленных и замазученных стоков в нефтеловушке. После отстаивания стоки сбрасываются в хозяйственную канализацию. Концентрация нефтепродуктов в очищенной воде составляет 0,25 мг/л, что превышает допустимую (0,15 мг/л), установленную Постановлением Администрации г. Барнаула № 2557 от 30.08.2010 "Об утверждении перечня и допустимых концентраций загрязняющих веществ, принимаемых в системы канализации г. Барнаула".

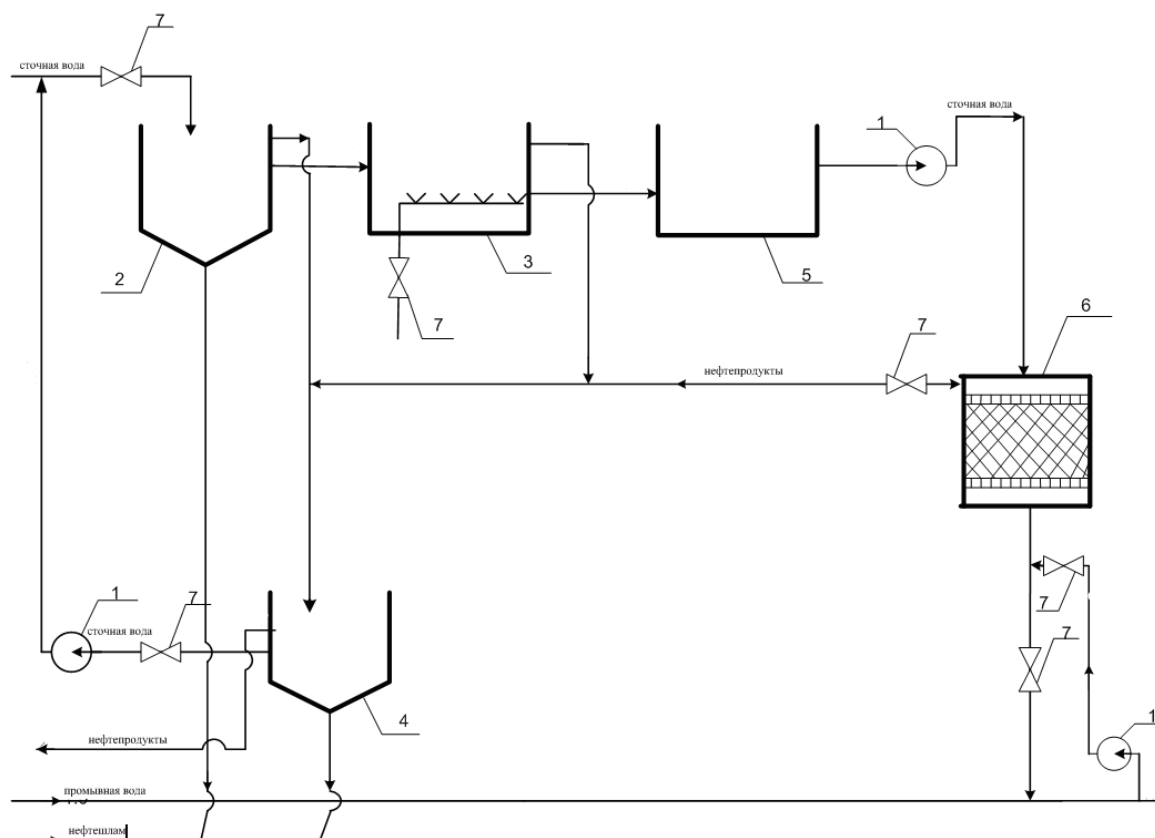
Нами предложено проводить очистку нефтесодержащих вод до концентрации 0,15 мг/л, позволяющей сбросить их в канализацию или вернуть в водооборот предприятия, что позволит снизить экономические затраты на использование воды.

Разработка данной технологии основана на литературных данных [2].

В качестве технологической схемы для очистки сточных вод от нефтепродуктов предложена традиционная схема очистки (рисунок 1). Сточная вода, загрязненная нефтепродуктами поступает в приемный резервуар 2, выполняющий роль нефтеловушки. Здесь происходит первичное отстаивание грубодисперсных нефтепродуктов. После прохождения стоков через нефтеловушку содержание нефтепродуктов в них снижается. Далее стоки самотеком поступают на флотационную установку 3, в которую подается воздух. Нефтепродукты собираются на поверхности в виде пены, откуда образовавшийся нефтешлам удаляется в промежуточный бак 4. В нем собираются замазученные стоки из флотатора и после регенерации фильтров, а в последствии нефтепродукты вывозятся автотранспортом и утилизируются в топке котла. Осветленная вода из флотаторов поступает в промежуточный бак 5, откуда насосом 1 подается на механический фильтр 6 для улавливания растворенных нефтепродуктов.

Очищенная вода поступает в коллектор осветленной воды, а дальше подается в систему технологического водоснабжения. Осадок отводится из напорного приемного резервуара и бака нефтепродуктов и складывается на зольных полях.

При применении указанной технологии выделения нефтепродуктов из сточных вод концентрация нефтепродуктов снизится с 200 мг/л до 0,05 мг/л, что позволит использовать воду в водооборотном цикле БТЭЦ-3 либо сбрасывать в водоем.



1 – насос; 2 – нефтеловушка; 3 – флотатор; 4 – бак нефтепродуктов; 5 – промежуточный бак; 6 – механический фильтр;

Рисунок 1 - Технологическая схема очистки сточных вод от нефтепродуктов

Литература:

1. Комарова Л.Ф. Использование воды на предприятиях и очистка сточных вод в различных отраслях промышленности: учебное пособие / Л.Ф. Комарова, М.А. Полетаева. – Барнаул:Изд-во АлтГТУ, 2010. – 174 с.

2. Строев, Н. А. Способы очистки нефтесодержащих стоков /А. И. Кислова // Инженерная экология – 2000. – С. 601-622.

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ ФИЛЬТРОВАЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СТАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Пахомова Ю.Ю. – студент, Лебедев И.А. – к.т.н., доцент
Алтайский государственный технический университет (г. Барнаул)

Одна из наиболее острых проблем современности – загрязнение водных экосистем нефтью и продуктами ее переработки, которые, попадая в водоемы, подавляют жизнедеятельность флоры и фауны.

Теплоэнергетическая промышленность и предприятия машиностроения вносят существенное негативное воздействие за счёт сброса в водоёмы сточных вод, загрязненными нефтепродуктами, взвешьями и другими веществами, образующимися после продувки и промывки аппаратов и других операций при работе гидрозолоудаления ТЭЦ.

Цель работы – усовершенствование технологии очистки нефтесодержащих вод ТЭЦ-2 с применением новых фильтровально–сорбционных материалов.

В качестве технического решения усовершенствования технологии очистки нефтесодержащих вод ТЭЦ-2 предлагается заменить в механических фильтрах антрацитовой загрузки на новый сорбционный материал. Предложенная замена уменьшит затраты на сырьё и материалы, снизит концентрацию загрязняющих веществ (в данном случае нефтепродуктов) на выходе, что позволит использовать воду в водооборотном цикле и тем самым значительно уменьшить затраты на водопотребление.

На данном этапе проведения работы были изучены сорбционные свойства новых фильтровально-сорбционных материалов в статических условиях.

Для объективной сравнительной оценки в качестве сорбентов использовались зарекомендовавшие себя в практике водоочистки материалы (активированный уголь марки АГ-3, антрацит марки АК) и разработанные на факультете ФПиХП «Алтайского государственного технического университета им. И.И. Ползунова» новые модифицированные материалы (терморасширенный графит, волокно, активированное железом, марганцем и хромом) [1].

Сорбционные свойства материалов изучались с использованием модельных растворов с концентрацией нефтепродуктов от 5 до 70 мг/л. Данный диапазон обусловлен средним содержанием нефтепродуктов в стоках ТЭЦ -2 в соответствии с представленными данными. В качестве загрязнителя применялся бензин АИ-92.

На первом этапе исследований было определено необходимое время продолжительности сорбции на примере антрацита при $C_n=7,59$ мг/л, графическая зависимость представлена на рисунке 1.

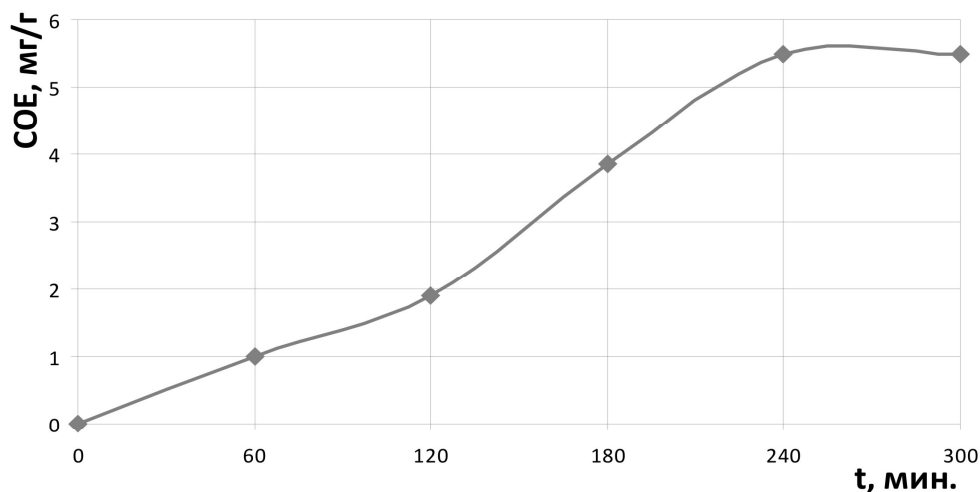


Рисунок 1 - Зависимость сорбционной ёмкости (СОЕ) антрацита от продолжительности сорбции (t) при $C_n=7,59$ мг/л

Из рисунка 1 видно, что статическая обменная ёмкость антрацита достигает величины 5,5 мг/г и остаётся на этом уровне при времени контакта, равном 240 минутам. Таким образом, продолжительность сорбции должна составлять не менее 4 часов.

На втором этапе изучалась сорбционная ёмкость вышеперечисленных материалов в статических условиях. Масса образцов составляла 1 грамм, время контакта – 240 минут и объём модельного раствора 1 л.

В результате проведенных экспериментов были получены следующие максимальные значения статической СОЕ: на терморасширенном графите - 47,5 мг/г; на активированном угле марки АГ-3 - 35,4 мг/г; на антраците марки АК - 37,4 мг/г; на базальтовых модифицированных волокнах, активированном Mn-Fe - 31,2 мг/г, активированном Cr-Fe – 31,9 мг/г.

Из представленных образцов сорбентов терморасширенный графит обладает наибольшим значением СОЕ, что может быть объяснено его более развитой поверхностью. При этом ему уступают примерно на 20 % традиционно используемые сорбенты и на 25% модифицированные волокна. Исходя из полученных данных, волокно, активированное Cr-Fe, не уступает в максимальной сорбционной ёмкости базальтовому волокну модифицированному Mn-Fe.

Полученные данные позволяют сделать вывод о целесообразности использования терморасширенного графита в качестве сорбента для очистки промливневых вод ТЭЦ-2 от нефтепродуктов, что может увеличить эффективность очистки. Применение нового сорбционного материала позволит способствовать созданию на предприятии водооборотного цикла.

Литература:

1. Е.В. Кондратюк, Л.Ф. Комарова, И.А. Лебедев, В.А. Сомин Способ получения фильтровально-сорбционного материала. Патент на изобретение РФ №2345834 RU. Заявл. 23.07.2007, Оpubл. 10.02.2009.