

## МАЛЫЕ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИИ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ: ПЛАНЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

Тараданова М.И.– магистрант, Сеселкин И.В. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Решение задачи эффективного энергообеспечения удаленных территорий возможно с переходом на экологически чистые и безопасные энергоресурсы. Важную роль в этом играют возобновляемые источники энергии (ВИЭ) и в первую очередь это вода.

В соответствии с основными направлениями государственной политики в сфере повышения энергетической эффективности в электроэнергетике на период до 2020 года (утв. распоряжением Правительства РФ от 08.01.2009 г. № 1-р), энергетической стратегии РФ на период до 2030 г. (утв. распоряжением Правительства РФ от 13.11.2009 № 1715-р) предусматривается увеличение использования ВИЭ с 0,5 до 4,5%.

В Алтайском крае с 2012 по 2018 год запланировано ввести в эксплуатацию пять МГЭС расположенных в предгорных районах края:

- Солонешенская МГЭС - (безнапорная);
- Гилевская МГЭС - (напорная);
- Чарышская МГЭС – (напорная);
- Красногородская МГЭС – (напорная);
- Сибирячихинская МГЭС - (напорная).

В настоящий момент Алтайский край является энергодефицитным регионом и производит от 50 до 60% необходимой электрической энергии. Остальное импортируется из соседних территорий. Власти региона рассчитывали, что строительство МГЭС будет способствовать решению проблем энергозависимости и энергобезопасности края. Кроме того, реализация проекта позволит создать дополнительные рабочие места, увеличить налоговые поступления в краевой бюджет.

Строительство МГЭС на Алтае должно было осуществляться в рамках госпрограммы РФ “Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года”, а также краевой программы “Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на 2011-2015 годы”.

Подписано соответствующее соглашение между главой региона и компаниями “МРСК Сибири”, “Алтайэнергосбыт” и “Инжиниринговая компания “Энергия” на строительство МГЭС в Алтайском крае.

По информации "ИК "Энергия", оборудование на все пять станций будет поставлять одна из китайских компаний. Она имеет многолетнюю историю и обширную географию поставок – это США, и Южная Америка, и Австралия, и страны ЕС. Солонешенская станция, как и остальные четыре, будет полностью автоматизированная. Это в первую очередь позволит снизить влияние человеческого фактора на работу МГЭС.

Строительство пяти малых ГЭС в Алтайском крае является основой программы "40 мегаватт", принятой "ИК "Энергия". Общая генерирующая мощность станций должна составить 31,6 МВт. Совокупная стоимость пяти МГЭС – более 3,5 млрд. рублей. По первоначальным расчетам инвестора, работы должны завершиться к 2018 году. Финансироваться проект будет за счет кредитных средств.

22 мая 2012 года близ райцентра Солонешное прошла торжественная закладка первого камня малой гидроэлектростанции. Солонешенская МГЭС предназначена для генерации электрической энергии путем использования стока р. Ануй в створе водозабора, расположенного в 4 км выше окраины с. Солонешное, и преобразования энергии воды в механическую и затем в электрическую энергию.

Стоимость Солонешенской МГЭС инвесторы оценивают в 150 млн. рублей, 50% этой суммы – оборудование, остальные 50% – строительные работы. Проект полностью будет финансировать Московский инвестор. Планируемая генерируемая мощность станции — 1,2 МВт, срок окупаемости – семь лет. Выдача генерируемой энергии будет осуществляться

через построенные ЛЭП в сети "МРСК Сибири". МГЭС в Солонешенском районе будет бесплотинной, что позволит снизить затраты и минимизировать воздействие на гидрологический режим реки Ануй. Возможность реализации строительства МГЭС подтверждает и экологическая экспертиза проекта, выполненная Институтом водных и экологических проблем СО РАН. Строительство Солонешенской МГЭС планировалось начать в августе 2012 года. В марте 2013 года предполагалась установка оборудования. Первые киловатты планировалось получить уже в начале 2014 года.

С экологической точки зрения соблюдены все требования: получены положительные заключения экспертиз. Было также запланировано устройство отводного канала, чтобы сохранить популяцию рыб, которая водится в реке Ануй.

Уникальность Солонешенской малой ГЭС виделась в том, что она в основном ориентирована на обеспечение энергией отдельно взятой территории – Солонешенского района Алтайского края. В то же время выполняется задача, поставленная Президентом Российской Федерации, – доведение до 4% доли «зеленой» электроэнергии, то есть вырабатываемой за счет нетрадиционных возобновляемых источников.

Сооружения Гилёвской МГЭС располагаются на р. Алей, в 1,5 км от пос. Гилёво в Локтевском районе Алтайского края. Строительство Гилёвской МГЭС предусматривается в пределах существующего землеотвода под основные гидротехнические сооружения действующего Гилёвского гидроузла. Гилёвский гидроузел был введён в эксплуатацию в 1979 г. Наполненное в результате строительства гидроузла Гилёвское водохранилище позволяет обеспечивать необходимые условия для удовлетворения потребностей объектов народного хозяйства и населённых пунктов, расположенных в среднем течении р. Алей, в ценных водных ресурсах. Инвестор (заказчик) ООО «Инжиниринговая компания «Энергия» (ООО «ИК «Энергия»).

Предварительная оценка влияния строительства и эксплуатации Гилевской МГЭС на окружающую природную среду показывает, что данный гидроэнергетический объект при условии выполнения заложенных в проекте природоохранных мероприятий будет оказывать допустимое воздействие на компоненты природной среды и не приведет к нарушению экологического равновесия территории. Сохранение экологического благополучия в районе размещения станции, значимый социально-экономический эффект делают строительство МГЭС привлекательным и оправданным.

Для контролирования соблюдения норм природоохранного законодательства при строительстве и эксплуатации объекта, отслеживания его влияния на природную среду проектом предусматривается установка комплексного экологического мониторинга, к осуществлению которого будут привлечены местные аккредитованные организации соответствующего профиля.

В Чарышском районе на 2016 год запланировано строительство малой ГЭС общей установленной мощностью 15 мегаватт с высотой плотины 15-20 метров. Зеркало водохранилища должно составить 15-17 км<sup>2</sup>. Стоимость проекта - порядка 1,5 млрд. рублей, ввод в эксплуатацию - в конце 2017 года, срок окупаемости - около семи лет.

Строительство Красногородской ГЭС на реке Песчаной (8 МВт) позволило бы сгладить остроту проблемы энергодефицита города-курорта Белокуриха, Смоленского района и прилегающих сельских районов.

Сибирячихинская МГЭС является пятой (предпоследней) ступенью каскада малых гидростанций на р. Ануй. Ее створ расположен в Солонешенском районе в 3 км выше с. Ануйский и в 9 км от пос. Сибирячиха, установленная мощность МГЭС составляет 5 МВт.

В 2012 году был дан старт постройке Солонешенской МГЭС, но в настоящий момент строительство МГЭС не осуществляется. Получилось так, что часть Солонешенской МГЭС будет располагаться на двух частных земельных участках. Договориться с их собственниками о разумной цене выкупа этой земли не удалось. Проект Гилевской МГЭС разработан, но строительство так и не началось.

Чарышская МГЭС и вообще стала "камнем преткновения" еще на этапе согласования проекта в районе - жители, боясь негативных экологических последствий и местные депутаты единогласно проголосовали против строительства.

Проекты на оставшиеся МГЭС не разработаны.

Сроки строительства пяти МГЭС на Алтае сдвинуты, в настоящий момент не определены и не комментируются. Вопрос строительства МГЭС в Алтайском крае остается открытым.

Список использованных источников

1. Перспективы строительства малых ГЭС [Электронный ресурс]: новости Алтайского края - Режим доступа: <http://www.altairregion22.ru>-Загл. с экрана.
2. Информационно-аналитический портал [Электронный ресурс]: статья - Режим доступа: <http://www.doc22.ru/information> - Загл. с экрана.
3. Информационно-аналитический портал [Электронный ресурс]: статья - Режим доступа: <http://www.altapress.ru> – Загл. с экрана.
4. Солонешенская МГЭС в селе Солонешное Алтайского края. Проектная документация. - М., 2011.
5. Декларация о намерениях строительства Гилевской ГЭС на реке Алей в Локтевской районе Алтайского края.– М., 2012.

## ВЛИЯНИЕ МОДИФИКАЦИИ ЛУЗГИ ГРЕЧИХИ НА СОРБЦИЮ ИОНОВ МЕДИ

Пушкарева К.И. – студент, Сомин В.А. – к.т.н., доцент

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

В настоящее время для очистки сточных вод от различных примесей все большее применение находят отходы агропромышленного комплекса – солома злаковых культур, лузга гречихи, риса, подсолнечника, скорлупа орехов и др. Такие материалы могут использоваться для выделения из воды самых разнообразных соединений, в том числе тяжелых металлов. Вместе с тем их практическое применение зачастую затруднено из-за невысокой сорбционной емкости, поэтому нами была поставлена задача изучения способов модификации отходов растениеводства с целью увеличения их сорбционных свойств.

В качестве сырья для производства сорбентов была использована лузга гречихи, модифицированная гидроксидом натрия. Первоначально была изучена сорбционная емкость лузги как необработанной, так и модифицированной растворами соляной и ортофосфорной кислот (0,1 н) и гидроксидом натрия (500 мг/л) в статических условиях. Для этого были наведены модельные растворы сульфата меди с концентрациями от 10 до 1500 мг/л, в которые помещался исследуемый материал количеством 1 г и после установления равновесия раствор анализировался на содержание ионов меди. В результате проведенных исследований были получены следующие данные.

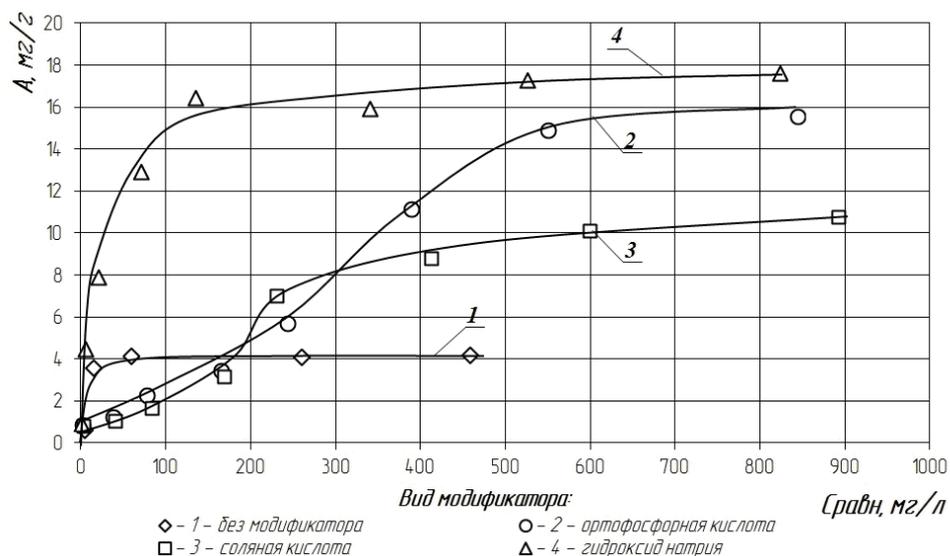


Рисунок 1 – Зависимость сорбционной емкости (А) шелухи гречихи от равновесной концентрации ( $C_{равн}$ ) ионов меди в растворе

Как видно из рисунка 1, шелуха гречихи в нативной форме обладает невысокой сорбционной емкостью по ионам меди – 4,2 мг/г. Обработка ее модификаторами позволяет значительно улучшить сорбционные свойства, наиболее высокие показатели получены при модификации раствором гидроксида натрия, которая способствует увеличению сорбционной емкости материала более чем в 4 раза. Максимальное значение при этом составляет 17,7 мг/г. Несколько ниже оказалась емкость у шелухи, модифицированной ортофосфорной кислотой – 15,9 мг/г. Отмечено, что раствор соляной кислоты наименее подходит в качестве модификатора.

На следующем этапе исследований была изучена эффективности очистки воды от соединений меди в динамических условиях. Для этого был наведен модельный раствор ионов меди с концентрацией 1 мг/л, который пропускали через фильтр, загруженный модифицированной гидроксидом натрия лузгой массой 20 г. Фильтрат периодически отбирался для определения содержания ионов меди, после исчерпания емкости загрузка регенерировалась гидрокарбонатом натрия.

В результате были получена зависимость, представленная на рисунке 2.

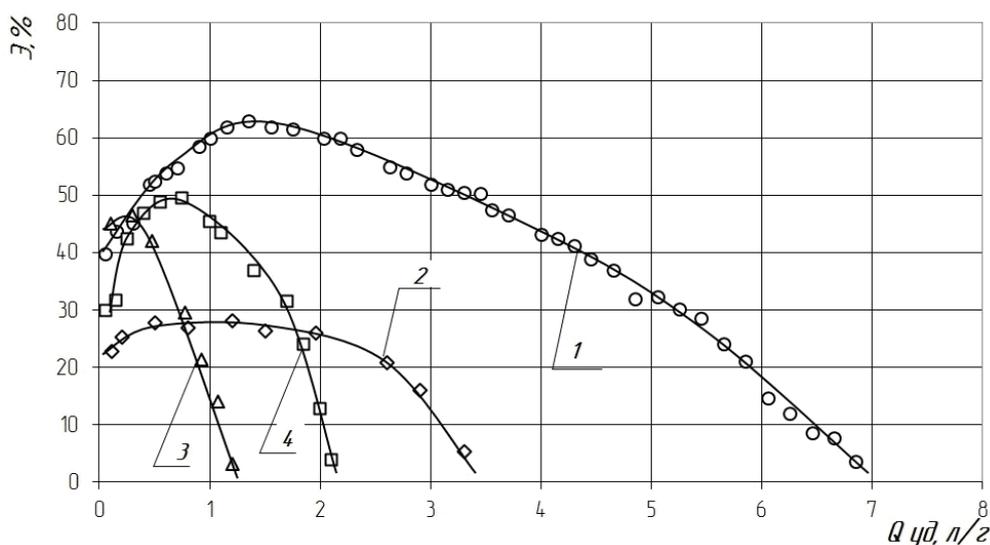


Рисунок 2 – Зависимость эффективности извлечения (Э) ионов меди от удельного объема (Q) на лузге гречихи

Из рисунка 2 видно, что все зависимости имеют максимум эффективности в диапазоне 0,2-1,5 л/г удельного объема. При этом наибольшая эффективность отмечена для

свежеприготовленной лузги (63 %), объем очищенного раствора также оказался максимальный (около 7 л/г). Регенерации снижают максимальную эффективность очистки: после первой регенерации на 35 % после второй – на 18 %.

Таким образом, на основании анализа полученных данных было выявлено, что сорбент на основе модифицированной гидроксидом натрия лузги гречихи может быть использован для очистки воды от соединений меди.

## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ ОТХОДОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Буханцова М.А. – магистрант, Косяченко И.В. – магистрант,  
Сеселкин И.В. – к.т.н., доцент

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

Отходы агропромышленного комплекса Алтайского края, подлежащие утилизации, являются ценным энергоресурсом. Получение биогаза возможно практически из всех видов отходов, образующихся на сельскохозяйственных предприятиях. Развитие биогазовой энергетики – это не только решение проблемы отходов, но и решение энергетических проблем сельского хозяйства.

Объемы образования отходов животного происхождения на территории Алтайского края представлены в таблице 1 [1].

Таблица 1 – Объемы образования отходов животного происхождения

Виды животных	Годовое поголовье, тыс.голов	Среднесуточное количество экскрементов (кг/сутки)	Количество отходов, т/сутки	Влажность, %
Крупный рогатый скот	544,58	55	29951,9	86
Свиньи	148,17	5,1	755,667	86
Птица	6830,6	0,17	1,161	75

Объемы образования отходов растительного происхождения на территории Алтайского края представлены в таблице 2 [2].

Таблица 2 – Объемы образования отходов растительного происхождения

Виды отходов растительного происхождения	Количество отходов, тыс. т	Влажность, %
Барда	0,305	90
Растительные отходы при уходе за газонами, цветниками, древесно-кустарниковыми посадками, ботва от корнеплодов	0,041	75
Отходы из жиротделителей, отходы производства сливочного масла, топленого масла, масляной пасты, молочного жира, отходы производства сыра и сырных продуктов, молочных продуктов	949,91	85
Дробина пивная, солодовые ростки	20,016	82
Бой свеклы, очистки овощного сырья	10,936	80
Отходы от переработки зерновых культур	144,81	17
Отходы жмыха и шрота растительного сырья	226,076	80

Зная данные по количеству отходов, влажности, удельному выходу биогаза с 1 т сухого вещества [3], можно оценить суммарный выход биогаза. Результаты расчета выхода биогаза представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Результаты расчетов выхода биогаза

Виды отходов животного и растительного происхождения	Количество, тыс. т/год	Влажность, %	Выход биогаза, м <sup>3</sup> /т	Выход биогаза, тыс. м <sup>3</sup> /год
Навоз КРС (природный 85-88% влажности)	10932,4	86	54	82649,3
Навоз свиной природный (85% влажности)	275,8	85	62	2564,9
Птичий помет клеточный (75% влажности)	0,4238	75	103	10,9
Барда	0,305	90	50	1,5
Растительные отходы при уходе за газонами, цветниками, древесно-кустарниковыми посадками, ботва от корнеплодов	0,041	75	200	2
Отходы из жиरोотделителей, отходы производства сливочного масла, топленого масла, масляной пасты, молочного жира, отходы производства сыра и сырных продуктов, молочных продуктов	949,91	85	250	35621,6
Дробина пивная, солодовые ростки	20,016	82	99	356,7
Бой свеклы, очистки овощного сырья	10,936	80	400	874,9
Отходы от переработки зерновых культур	144,81	17	560	67307,7
Отходы жмыха и шрота растительного сырья	226,076	80	114	5154,5
<b>ИТОГО</b>				<b>194544</b>

Теплотворная способность биогаза 20-25 МДж/ м<sup>3</sup>, что эквивалентно сгоранию 0,6 литра бензина; 0,85 литра спирта или 1,7 кг дров. Наиболее простым способом является сжигание биогаза в газовых горелках с получением тепловой энергии, но более предпочтительно использование биогаза для получения электрической энергии. Опыт показывает, что сжигание 1 м<sup>3</sup> биогаза позволяет вырабатывать от 1,6 до 2,3 кВт·сач электроэнергии.

Таким образом, годовой потенциал выработки электрической энергии при использовании биогаза, получаемого из отходов агропромышленных предприятий Алтайского края, составляет от 311,3 до 447,4 млн. кВтч. Для сравнения, годовое производство электроэнергии (2014 год) генерирующими мощностями Алтайского края и Республики Алтай составило 6765,5 млн. кВт·ч; общая установленная электрическая мощность энергетического комплекса – 1654,7 МВт [4].

На основании полученных результатов видно, что сельхозпредприятия Алтайского края обладают значительным потенциалом выработки биогаза из отходов растительного и животного происхождения.

В настоящее время основная масса отходов растительного и животного происхождения, образующихся на сельскохозяйственных предприятиях Алтайского края, как правило, используются в качестве удобрений. Внедрение биогазовых установок позволит выгодно

использовать эти отходы с целью получения дополнительной энергии. Переработанные в биогазовых установках органические отходы превращаются в биомассу, которая содержит значительное количество питательных веществ и может быть использована в качестве биоудобрения.

#### Список использованных источников

1. Данные Федеральной службы государственной статистики за 2013 год. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.gks.ru>
2. Данные статистической отчетности по форме 2 - тп (отходы) за 2014 год.
3. Веденеев А.Г., Веденева Т.А. Введение в биогазовые технологии. Бишкек: Алтын Принт. 2012. – 40 с.
4. [Информация о работе предприятий энергетики края](http://www.alt-prom.ru/energy). Официальный сайт Управления Алтайского края по промышленности и энергетике. [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.alt-prom.ru/energy>.

### ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ИОНОВ МЕДИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ЛУЗГИ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Тимонина А.В. – студент, Сомин В.А. – к.т.н., доцент

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

В настоящее время существенно обострилась проблемы, связанные с загрязнением водных ресурсов соединениями тяжелых металлов. Кардинальное решение этих проблем заключается в разработке и внедрении экологически безопасных технологических процессов и производств, способных эффективно очищать воду до требуемых показателей. Наиболее перспективными методами очистки загрязненных вод от ионов тяжелых металлов являются сорбционные. При этом в качестве сорбентов можно использовать вторичные ресурсы, например, отходы растениеводства. Но их практическое применение зачастую затруднено из-за невысокой сорбционной емкости, поэтому нами была поставлена задача подбора модификаторов для получения сорбентов на основе лузги подсолнечника, которая в больших количествах образуется на перерабатывающих предприятиях Алтайского края.

Первоначально были изучены кинетические характеристики сорбции. Для этого наводились модельные растворы с содержанием ионов никеля 100 мг/л, после чего по истечении определенного времени отбирались пробы и осуществлялся их анализ на содержание ионов меди фотоколориметрическим методом. Полученная зависимость представлена на рисунке 1.

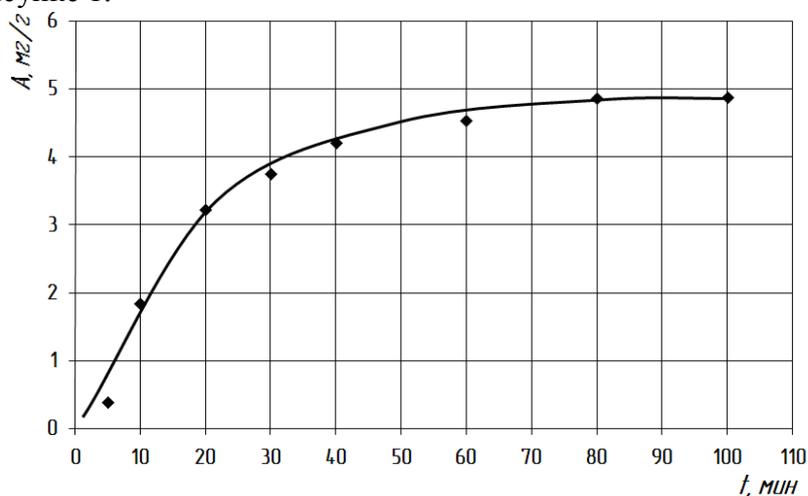


Рисунок 1 – Зависимость сорбционной емкости (А) лузги подсолнечника от времени по ионам меди

Из рисунка 1 видно, что равновесие между сорбентом и сорбатом по ионам меди устанавливается через 80 минут после начала эксперимента, при этом емкость достигает значения 4,8 мг/г.

Далее нами были изучены различные способы химической модификации, которая проводилась растворами ортофосфорной (0,5 н) и соляной (0,5 н) кислотами, гидроксида натрия (500 мг/л). На полученных в результате обработки материалах также была определена сорбционная емкость в статических условиях. Результаты эксперимента показали, что лузга подсолнечника, обработанная раствором ортофосфорной кислоты, обладает наиболее высокой сорбционной способностью (34 мг/г), именно поэтому определение динамических характеристик сорбции производилось на данном материале. Для этого был наведен модельный раствор ионов меди с концентрацией 1 мг/л, который пропускали через фильтр, загруженный модифицированной лузгой массой 20 г. Фильтрат периодически отбирался для определения содержания ионов меди. После исчерпания емкости загрузка регенерировалась гидрокарбонатом натрия.

В результате была получена следующая зависимость, представленная на рисунке 2.

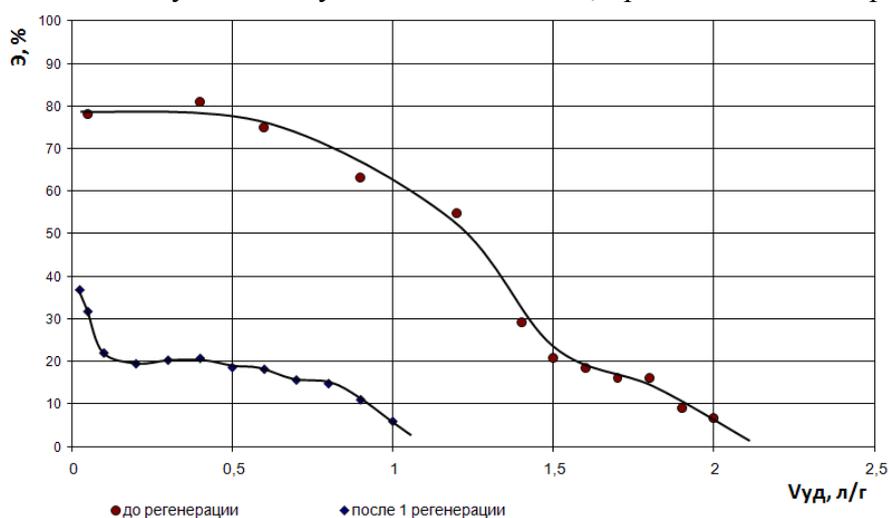


Рисунок 2 – Зависимость эффективности (Э) извлечения фенола из раствора от удельного объема (V) фильтрата

Как видно из рисунка 2, максимальная эффективность очистки на модифицированной ортофосфорной кислотой лузге подсолнечника, несколько меньше аналогичного значения для нативной лузги и составляет 80 %. Однако, при достижении удельного объема фильтрата 0,5 л/г эффективность у нативной лузги резко снижается до 36 %, в то время как у модифицированного остается на уровне 78 %. После проведения регенераций эффективность очистки в первых порциях отфильтрованной воды меняется незначительно, однако удельный объем пропущенного раствора значительно сокращается.

Таким образом, результаты проведенных исследований позволяют сделать вывод о возможности использования лузги подсолнечника для очистки воды от соединений меди, при этом в качестве модифицирующего агента целесообразнее использовать раствор ортофосфорной кислоты.

## ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АЛЬТЕРНАТИВНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ В ГОРОДЕ БИЙСКЕ

Скобкова И.С. – магистрант, Сеселкин И.В. – к.т.н., доцент

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

Город Бийск является вторым по величине промышленным центром Алтая. Здесь сосредоточены предприятия энергетического, химического, машиностроительного комплексов. В городской черте расположено 32 муниципальных котельных, работающих на угле и одна газовая котельная. В пределах Западной зоны города сосредоточены крупные

промпредприятия. Преобладающее направление ветров – юго-западное, поэтому многообразные загрязняющие вещества распространяются на жилую часть города, таким образом альтернативная энергетика и экология – понятия, теснейшим образом взаимосвязанные. Традиционное производство и потребление электроэнергии сопряжены с серьезным загрязнением окружающей среды.

Развитие альтернативной энергетики в городе Бийске, как и во многих других городах, только начинает набирать обороты. Понимая перспективы развития альтернативных источников энергии, предпринимаются конкретные действия по внедрению энергоэффективных технологий. В 2013 году в Бийске закончилось строительство первого в России энергоэффективного жилого комплекса из пяти трехэтажных энергоэффективных домов. Этот уникальный пилотный проект реализовался в рамках региональной адресной программы по переселению граждан из аварийного жилищного фонда.

Все здания нового жилого квартала построились по высшему классу энергоэффективности «А», то есть по методу, который уменьшает потери тепла за счет высокой теплоизоляции стен. Помимо этого, в новостройках установлены солнечные коллекторы для отопления и горячего водоснабжения, система микроклимата помещений с возможностью регулирования температуры и влажности воздуха.

Одним из перспективных направлений альтернативной энергетики является получение биоэтанола из лигноцеллюлозного сырья. В городе Бийске сотрудниками института проблем химико-энергетических технологий Сибирского отделения РАН разработана технология получения альтернативного топлива из сельскохозяйственных отходов (шелухи овса). По мнению ученых, полученный биоэтанол может использоваться как топливная добавка для всех типов двигателей.

В связи с тем, что проблема обращения с бытовыми отходами в г. Бийске занимает одно из центральных мест в области охраны окружающей среды и здоровья населения, одним из перспективных альтернативных источников энергии может служить метод высокотемпературного разложения (пиролиза) ТБО.

На полигон ТБО г. Бийска размещается до 95% всех образующихся отходов, площадь полигона в настоящее время составляет 31 га. Объем поступивших в 2014 году отходов на полигон составляет 800 тыс. м<sup>3</sup>.

Как сообщает пресс-центр администрации Бийска, Управление по благоустройству и жилищно-коммунальному хозяйству мэрии объявило о проведении открытого конкурса на право заключения муниципального контракта на разработку проектно-сметной документации на строительство комплекса по сортировке и подпрессовке твердых бытовых отходов в Бийске. Администрация города считает, что строительство комплекса по сортировке и подпрессовке твердых бытовых отходов заметно улучшит санитарное состояние города.

Комплекс будет включать в себя:

- мусороперегрузочную станцию с мусоросортировочной линией по сортировке твердых бытовых отходов (ТБО) и подпрессовкой неперабатываемых отходов - "Линия";
- мусороперегрузочную линию без мусоросортировочной линии с подпрессовкой всего поступающего потока твердых бытовых отходов - "Перегруз".

С целью уменьшения количества отходов и получения дополнительной энергии можно использовать специальные методы переработки отходов (особенно в случае использования мусороперегрузочной линии без сортировки мусора), для этой цели можно использовать пиролизный и плазменный методы переработки ТБО.

Теплотворная способность несортированного мусора составляет 8 - 9 МДж/кг (влажность до 40%) и в случае применения пиролизной установки можно получить: 20 -25 % твердой фракции (коксовый остаток); 50 – 55 % жидкой фракции (печное топливо) и 20 – 30 % - газообразные вещества, в том числе неконденсирующиеся газы. Все эти продукты пиролиза можно использовать для выработки тепловой и электрической энергии.

Внедрение и развитие альтернативной энергетики в г. Бийске, в том числе и метод высокотемпературного разложения (пиролиза), сдерживается не только высокой себестоимостью получаемой энергии, но и отсутствием в стране необходимой нормативно-правовой базы, а также хорошо проработанных федеральных и региональных программ поддержки.

Однако, в настоящее время общее отношение государства к энергетике будущего стало меняться. Экологические требования к традиционным электростанциям становятся жестче, совершенствуется оборудование для производства энергии путем внедрения нетрадиционных технологий, в результате чего альтернативная энергия становится все более конкурентоспособной и перспективной.

#### Список использованных источников

1. Алхасов, А. Б. Возобновляемая энергетика: [монография] / А. Б. Алхасов; под ред. В. Е. Фортова. – Москва: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 255 с.
2. Быстрицкий, Г. Ф. Общая энергетика: учебное пособие / Г. Ф. Быстрицкий. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва: КНОРУС, 2010. – 293 с.
3. Гибилиско, С. Альтернативная энергетика: путеводитель / С. Гибилиско; [пер. с англ. А. В. Соловьева]. – Москва: Эксмо, 2010. – 365 с.

### ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ФЕНОЛОВ НА ЛУЗГЕ ГРЕЧИХИ

Евдокимова А.В. – студент, Сомин В.А. – к.т.н., доцент

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

В настоящее время острой является проблема загрязненности водных объектов фенолами. Сточные воды, содержащие фенолы, образуются на предприятиях нефтеперерабатывающей, лесохимической, коксохимической, анилиноокрасочной промышленности и ряде других. Фенолы могут образовываться в естественных условиях в процессах метаболизма водных организмов, а также при биохимическом распаде и трансформации органических веществ, протекающих в водной толще и донных отложениях. В поверхностных водах фенолы могут находиться в растворенном состоянии в виде фенолятов, фенолят-ионов и свободных фенолов. Фенолы в водах способны вступать в реакции конденсации и полимеризации, образуя сложные устойчивые соединения.

Сброс фенольных вод в водоемы и водотоки резко ухудшает их общее санитарное состояние, оказывая влияние на живые организмы своей токсичностью, а также значительным изменением режима биогенных элементов и растворенных газов. Очистка таких стоков представляет собой сложную технологическую задачу, а выбор метода определяется исходя из обеспечения высокой эффективности и экономической рентабельности.

Физико-химические методы очистки воды, в частности, сорбция, позволяют наиболее полно удалить загрязнения до норм, удовлетворяющих сбросу в водоем. Однако используемые сорбенты имеют высокую стоимость, поэтому возникает необходимость в поиске высокоэффективных и недорогих сорбентов, которые могут быть получены на основе отходов агропромышленного комплекса. В Алтайском крае сосредоточено около 50 % от посевных площадей гречихи, поэтому объем образования лузги значительный, а практически единственный способ их утилизации – сжигание, что вызывает загрязнение окружающей среды. Поэтому перспективно использование лузги в качестве основы для получения сорбентов. Реализация указанного подхода позволит одновременно с очисткой воды решить проблему утилизации объемных отходов.

Целью работы являлось изучение возможности использования лузги гречихи для очистки воды от фенолов. Для изучения сорбционной емкости нативной лузги в статических условиях были наведены модельные растворы с концентрацией фенола от 10 до 1000 мг/л.

После установления равновесия раствор анализировался фотоколориметрическим методом на содержание фенола. В результате определено, что максимальная сорбционная емкость нативной лузги составляет 20 мг/г. С целью ее увеличения была проведена обработка лузги модификаторами, в качестве которых использовались растворы ортофосфорной, соляной кислот, оксалата аммония концентрацией 0,5н и гидроксида натрия (500 мг/л). Результаты исследования представлены на рисунке 1.

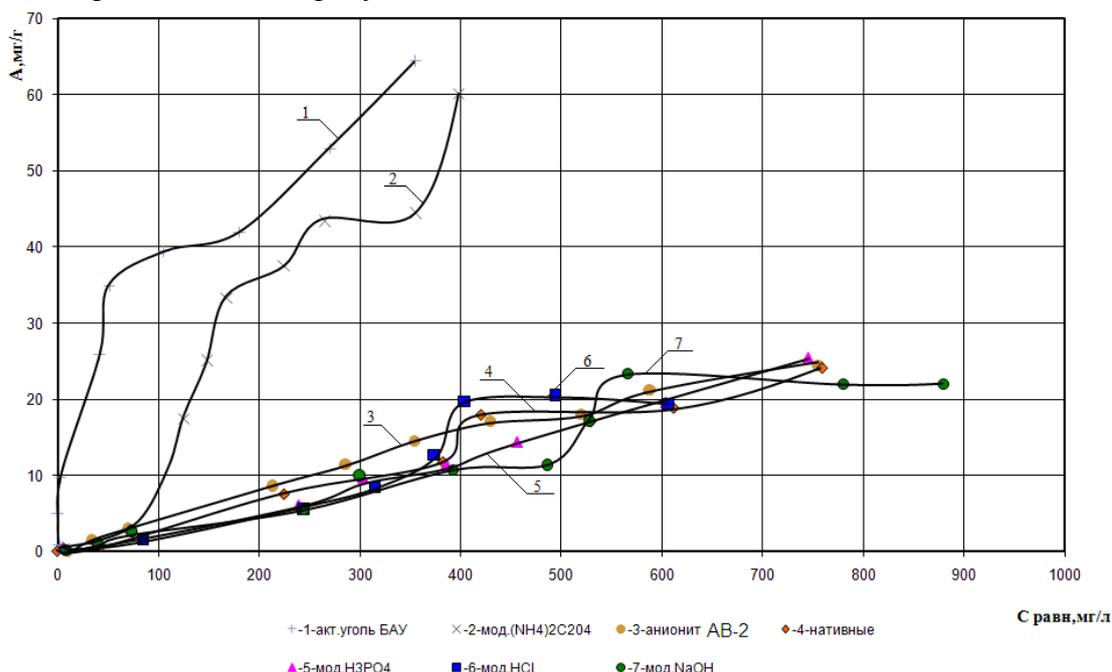


Рисунок 1 – Зависимость сорбционной емкости (А) от равновесной концентрации (С равн) фенола на различных сорбентах

Как видно из рисунка 1, модифицирование лузги растворами кислот и щелочи не приводит к увеличению сорбционной емкости, она, как и для нативной, составляет порядка 23 мг/г. Модифицирование оксалатом аммония увеличивает емкость до 60 мг/г, что сопоставимо с емкостью активированного угля и говорит о целесообразности использования данного модифицированного сорбента.

На следующем этапе исследований была изучена динамическая емкость, для чего были наведены растворы фенола с концентрацией 1 мг/л. Для проведения экспериментов использовалась лабораторная сорбционная установка, в которой в качестве загрузки использовалась модифицированная оксалатом аммония лузга гречихи массой 20 г.

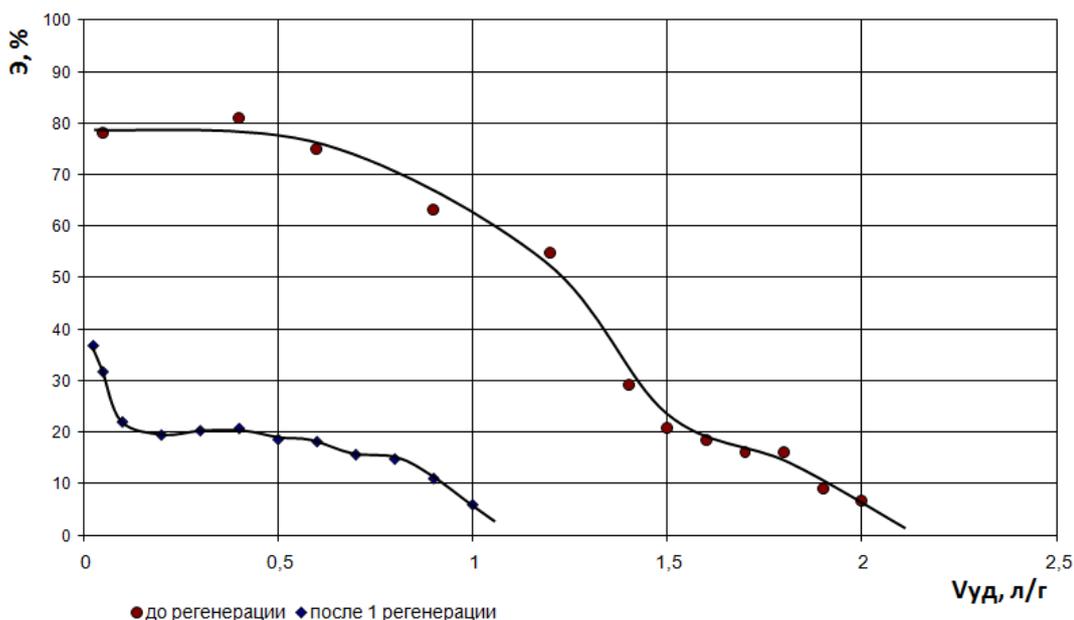


Рисунок 2 – Зависимость эффективности (Э) извлечения фенола из раствора от удельного объема (V) фильтра

Как видно из рисунка 2, максимальная эффективность извлечения фенолов составляет 78 % на свежеприготовленном материале и 38 % после регенерации острым водяным паром. Удельный объем очищенного раствора оказался примерно в два раза меньше также на регенерированном материале (1,1 л/г). Результаты исследований в динамических условиях позволяют сделать вывод о том, что для неоднократного применения модифицированной лузги подсолнечника требуется подбор другого способа регенерации.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОГАЗОВЫХ УСТАНОВОК В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Куртукова Л.В. – магистрант, Сеселкин И.В. – к.т.н., доцент

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

Агропромышленный комплекс России сегодня сталкивается с проблемой утилизации огромного количества отходов. Большая их часть (особенно отходы животноводства), просто складывается, приводя к отчуждению сельскохозяйственных земель, проблемам закисления почв, загрязнению грунтовых вод и выбросам в атмосферу парниковых газов. При этом отходы АПК, которые необходимо утилизировать, являются существенным энергетическим ресурсом, так как с разной степенью эффективности возможно получение биогаза практически из всех видов сельскохозяйственных отходов. В таблице приведены данные по выходу биогаза из различных отходов АПК [1].

Таблица – Выход биогаза из различных видов сырья

Субстрат	Содержание сухого вещества (% от массы исходного сырья)	Выход биогаза (м <sup>3</sup> /т исходного сырья)
Навозная жижа (КРС)	10	32-34
Навозная жижа (свиноводство)	6	18-20
Помет (птицеводство)	15	98-100
Пищевые отходы	40	120
Жир из жироловушек	25	238
Кукурузная силосная масса	30	200
Силосная масса неизмельченных растений	32	185
Травяная силосная масса	33	168

Таким образом, развитие биогазовой энергетики – это не только возможное решение проблемы отходов, но и еще решение энергетических проблем сельского хозяйства, поскольку многие сельскохозяйственные регионы (в частности, Алтайский край) как правило, являются энергодефицитными.

Наш регион не имеет значительных запасов ископаемого топлива. Наряду с большой территорией, физическим износом старых и высокой стоимостью строительства новых электрических сетей это определяет стратегическую значимость развития энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии в Алтайском крае.

Согласно Энергетической стратегии Алтайского края до 2020 г. (постановление Администрации Алтайского края № 474 от 10.11.2008), использование возобновляемых источников энергии утверждено стратегическим направлением развития топливно-энергетического комплекса нашего региона. Алтайский край обладает практически всеми видами возобновляемой энергии: гидроэнергетические ресурсы горных рек, ветро- и гелиоэнергетический потенциалы западных степных районов и высокий потенциал развития биогазовых установок, работающих на отходах сельскохозяйственных, перерабатывающих и деревообрабатывающих производств.

Биогазовые установки в условиях Алтайского края являются перспективным направлением развития возобновляемых источников энергии. Несмотря на суровый климат Сибири, существуют современные технологии, позволяющие реализовать круглогодичное получение биогаза, тепловой и электрической энергии. Основные плюсы от внедрения данной технологии - обретение предприятием энергоавтономности и значительное снижение себестоимости продукции за счет сокращения затрат на энергопотребление. Ещё одним важным плюсом биогазовых установок является отсутствие характерного запаха и блокирование токсичных веществ, которые в обычных условиях загрязняют окружающую среду и могут приводить к заболеваниям людей и животных.

Биогазовые электростанции полностью окупаются в течение 4-5 лет, при этом достигается значительная экономия тепловой и электрической энергии, производится ценное органическое удобрение, а также исключается плата за утилизацию отходов 3, 4 класса опасности. Использование биогазовой установки позволяет уменьшить выбросы метана в атмосферу, предотвратить загрязнения почвы и грунтовых вод, радикально сократить использование минеральных удобрений и выпускать экологически чистую продукцию.

В Алтайском крае имеются крупные перерабатывающие сельскохозяйственные производства, животноводческие и птицеводческие комплексы, деревообрабатывающее предприятия, на которых образуется достаточное количество органических отходов, пригодных для получения биогаза. В селе Ключки Ребрихинского района функционирует свинокомплекс проектной мощностью 20 тыс. тонн мяса в год, в Зональном районе – птицекомплекс мощностью 63 тыс. тонн мяса в год, помимо этого в 8 районах имеются птицефабрики.

В работе [2] приведен расчет по получению энергии при использовании в биогазовых установках в качестве сырья отходов животноводства. При этом возможный выход электроэнергии только от этой категории отходов оценивается в 1931 МВт. В целом технический потенциал энергии биомассы в Алтайском крае составляет 0,3 млн. т.у.т./год, экономический потенциал – 0,2 млн. т. у. т./год [3].

Первую биогазовую установку планируют запустить в Зональном районе на птицефабрике «Алтайский бройлер», её проектная мощность – 400 т/сутки. Она позволит перерабатывать образующиеся отходы и постепенно утилизировать уже накопленные ранее. Помимо этого в администрации края рассматривают возможность сотрудничества с компаниями, работающими в сфере разработки и строительства биогазовых станций, работающих на отходах АПК. В Алтайском крае планируют запуск еще двух крупных объектов животноводства: "Алтайский бекон", реализуемый совместно с белгородской компанией "Приосколье", включающий свинокомплекс и комбикормовый завод, а также мясоперерабатывающий комплекс в

Тальменском районе. Они рассматриваются как перспективные площадки для эксплуатации энергоустановок, работающих на биотопливе [3].

Мировой опыт внедрения биогазовых установок показывает необходимость курирования данной отрасли со стороны государства, поскольку это комплексное решение и в первую очередь подразумевает реформирование сельского хозяйства и развитие сельской инфраструктуры. Также для эффективного внедрения необходимо экономическое стимулирование, предполагающее льготное кредитование, снижение налогов и тому подобные механизмы.

Список использованных источников

1. Биогазовые установки [Электронный ресурс]: 2015. – Режим доступа: <http://www.biteco-energy.com/> Заглавие с экрана.
2. Проблемы рационального использования традиционной и альтернативной энергии для сельхозпроизводства и инфраструктуры сельских населенных пунктов в Алтайском крае / О.К. Никольский, С.Н. Воробьева // Ползуновский вестник №4 – 2012 г.– С. 21-26.
3. Официальный сайт Администрации Алтайского края [Электронный ресурс]: 2015. – Режим доступа: <http://www.altairegion22.ru/> Заглавие с экрана.

## РАЗВИТИЕ ФОТОВОЛЬТАИКИ В АЛТАЙСКОМ КРАЕ

Дорохина Т.А. – студент, Сеселкин И.В – к.т.н., доцент

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

Солнечная энергетика по многим прогнозам является одной из самых перспективных отраслей возобновляемой энергетике. Развитие солнечной энергетике также связано с масштабными программами поддержки возобновляемой энергетике, реализуемыми в странах Европы, США, Японии. Использование всего лишь 0,0125% солнечной энергии могло бы обеспечить все сегодняшние потребности мировой энергетике, а использование 0,5% - полностью покрыть потребности в будущем. Потенциал солнечной энергии настолько велик, что, по существующим оценкам, солнечной энергии, поступающей на Землю каждую минуту, достаточно для того, чтобы удовлетворить текущие глобальные потребности человечества в энергии в течение года.

Россия располагает колоссальным потенциалом практически по всем возобновляемым источникам энергии (ВИЭ), в том числе по фотовольтаике. В России есть довольно много районов, где среднегодовой приход солнечной радиации составляет 4–5 кВт·ч на квадратный метр в день (этот показатель соизмерим с югом Германии и севером Испании – странах-лидерах по внедрению фотоэлектрических систем). Необходимо отметить, что высокий уровень инсоляции в России наблюдаются не только на Северном Кавказе, но еще и на Дальнем Востоке, а также юге Сибири [1], в том числе в Алтайском крае.

Все фотоэлектрические модули, производимые серийно, можно разделить на две группы: кристаллические (моно- и поликристаллические) и тонкопленочные. Различия между этими формами в том, как организованы атомы кремния в кристалле. Солнечные элементы имеют разный КПД преобразования энергии света, так для монокристаллических фотоэлементов характерен КПД 15-22%, поликристаллических – 12-17%, тонкопленочных – 6-12% [2]. Эти данные подтверждаются в ходе исследования рынка сбыта фотоэлектрических модулей.

Сфера применения солнечных батарей для выработки электроэнергии расширяется с каждым годом. В целом область применения фотоэлектрических панелей можно разделить на несколько групп: энергообеспечение населенных пунктов, энергообеспечение зданий и сооружений, использование в космическом пространстве, электромобилестроение, микроэлектроника и др.

В условиях нарастающих проблем в энергетике как страны в целом, так и нашего региона в частности, вопросы энергобезопасности и энергоэффективности выходят на первый план. Одним из возможных решений данной проблемы является строительство и эксплуатация установок на возобновляемых источниках энергии.

В соответствии с Энергетической стратегией Алтайского края до 2020 года, одобренной постановлением Администрации Алтайского края № 474 от 10.11.2008, а также в связи с тем, что валовый и технический потенциалы солнечной энергии в Алтайском крае составляют 26038,3 и 26,0 млн. т.у.т./год, использование данного источника энергии является стратегическим направлением развития топливно-энергетического комплекса нашего региона.

Однако, государственной программой Алтайского края «Энергоэффективность и развитие электроэнергетики» на 2015-2020 гг., утвержденной постановлением Администрации Алтайского края от 13.10.2014 № 468, не предусмотрены мероприятия, а соответственно и финансовые средства из бюджетов различных уровней на реализацию проектов по строительству фотовольтаических электростанций.

Тем не менее, нельзя говорить о том, что развитие такого направления как солнечная энергетика стоит на месте. На сегодняшний день фотоэлектрические модули нашли свое применение в следующих направлениях:

- с целью снижения количества дорожно-транспортных происшествий разработана программа по повышению уровня безопасности дорожного движения и ликвидации мест концентрации дорожно-транспортных происшествий на федеральных автомобильных дорогах Алтайского края и Республики Алтай. В рамках данной программы установлено автономное осветительное оборудование на автобусных остановках и пешеходных переходах; в качестве источников энергии используются фотоэлектрические модули и ветрогенераторы;

- в 2013 году в городе Барнауле на улице Советской Армии, 133б специалистами ООО «Транссвет» был установлен первый светодиодный светофорный объект, работающий на солнечных батареях. Данный комплекс включает четыре транспортных и два пешеходных светофора. Стойки снабжены солнечными панелями номинальной мощностью 100 Вт и аккумуляторами напряжением 12 В. Специалисты утверждают, что применение новых светодиодных светофоров на солнечных батареях позволит существенно снизить энергопотребление и затраты на их обслуживание.

Кроме того 21 ноября 2014 года на встрече представителей управления Алтайского края по промышленности и энергетике с руководителями московской компании ООО «Авелар Солор Технолоджи», являющейся дочерней компанией ООО «Хевел», реализующей проекты по строительству солнечных электростанций более чем в 10 регионах России суммарной мощностью свыше 250 МВт, обсуждались возможности размещения солнечных электростанций на площадках 10 районов края. Представителями данной компании были осмотрены площадки под строительство солнечных электростанций в Алейском и Рубцовском районах, а также проведены переговоры с главами муниципальных образований и представителями энергокомпаний о местах предполагаемого размещения будущих солнечных электростанций [3].

В целом проведенный анализ показывает, что при наличии инвесторов и проектов для строительства солнечных электростанций, Алтайский край, имеющий на своей территории труднодоступные населенные пункты, имеет высокий потенциал для развития солнечной энергетики.

Список использованных источников

1. Меновщиков Ю.А. Куликова Л.В. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии: Учебное пособие; Алт. гос. тех. ун-т им. И.И.Ползунова, Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск, 2007. - 336 с.

2. <http://www.solarbat.info/solnechnie-batarei-i-moduli/oblasti-primeneniya-solnechnix-batarei>.

3. [http://altairegion22.ru/region\\_news/kompaniya-avelar-solar-tehnolodzhi-izuchaet-vozmozhnost-stroitelstva-solnechnyh-elektrostantsii-v-altaiskom-krae\\_382890.html](http://altairegion22.ru/region_news/kompaniya-avelar-solar-tehnolodzhi-izuchaet-vozmozhnost-stroitelstva-solnechnyh-elektrostantsii-v-altaiskom-krae_382890.html).

## ИЗВЛЕЧЕНИЕ ФЕНОЛОВ ИЗ ВОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛУЗГИ ГРЕЧИХИ

Телепова В.А. – студент, Сомин В.А. – к.т.н., доцент

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

Очистка сточных вод от фенолов и их соединений является важной технологической задачей. Источниками поступления фенолов в водные объекты являются стоки предприятий нефтеперерабатывающей, сланцеперерабатывающей, лесохимической, коксохимической, анилинокрасочной промышленности.

По данным комплексных лабораторий мониторинга загрязнения окружающей среды Алтайского ЦГМС – филиала ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС», фенолы летучие являются одними из основных веществ, обуславливающих загрязнение поверхностных вод в крае на протяжении последних лет. В 2013 году средняя концентрация фенолов летучих в р.Барнаулка увеличилась и составила 3,8ПДК, в створе р.Оби, расположенном ниже города, данный показатель также увеличился, а в створе р.Оби, расположенном выше города уменьшился в 2,5 раза [1].

Сорбционные методы позволяют проводить глубокую очистку от различных загрязнений, находящихся в растворенном состоянии в воде. Важным достоинством метода является возможность использования в качестве сорбента большой спектр материалов. Это позволяет подобрать хорошо сорбирующий, безопасный, дешевый сорбент. Кроме того, современные сорбенты должны подвергаться регенерации, обладать высокой механической прочностью и возможностью безопасной утилизации.

Целью исследований было изучение возможности использования сорбентов на основе растительных отходов с целью защиты водных объектов от загрязнения фенолами. Для этого была выбрана лужга подсолнечника, образующиеся на перерабатывающих предприятиях Алтайского края.

Для изучения сорбционной емкости материала в статических условиях были наведены модельные растворы с концентрацией фенола от 10 до 1000 мг/л. В каждый раствор добавлялось по 1 г сорбента. Содержимое колб непрерывно перемешивалось в течение определенного времени, затем производился анализ раствора на наличие фенола фотоколориметрическим методом по калибровочному графику.

Определено, что максимальная сорбционная емкость нативной лужги подсолнечника составила 20 мг/г, с целью ее увеличения была проведена обработка лужги модификаторами – растворами ортофосфорной и соляной кислот (0,5 н), гидроксида натрия (500 мг/л), оксалата аммония (0,5 н). Для сравнения была изучена сорбция на активированном угле марки БАУ и анионите АВ-3. Полученные в результате изотермы сорбции представлены на рисунке 1.

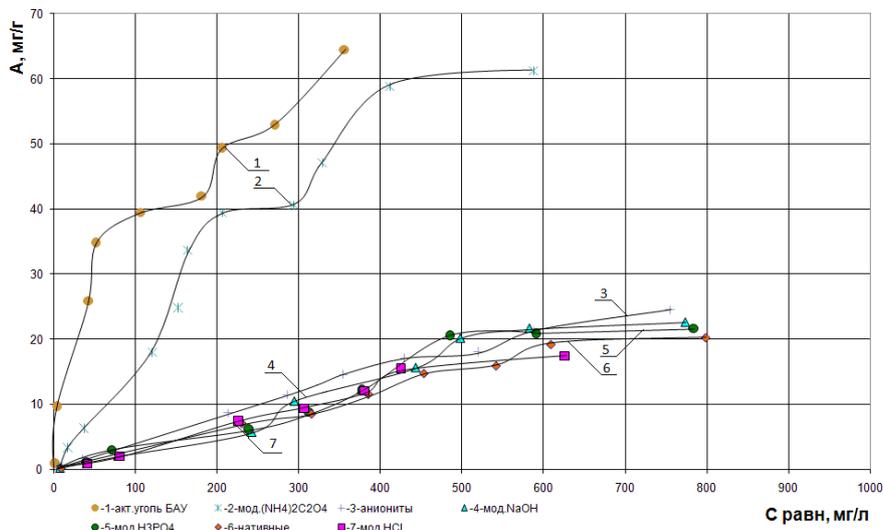


Рисунок 1 – Зависимость сорбционной емкости (А) от равновесной концентрации ( $C_{равн}$ ) фенола на различных сорбентах

Выявлено, что из ряда исследуемых модификаторов только оксалат аммония позволяет значительно повысить сорбционную емкость – с 20 мг/г до 61 мг/г.

Изучение динамической емкости осуществлялось на лузге, модифицированной оксалатом аммония, на модельных растворах фенола с концентрацией 1 мг/л. Эффективность извлечения фенолов в динамических условиях определялась путем фильтрования раствора фенола через модуль диаметром 3,5 см, загруженный исследуемым материалом массой 20 г. Отбор проб осуществлялся при пропускании каждые 2 л фильтрата. После исчерпания емкости сорбент регенерировался острым водяным паром. Результаты исследований динамической емкости представлены на рисунке 2.

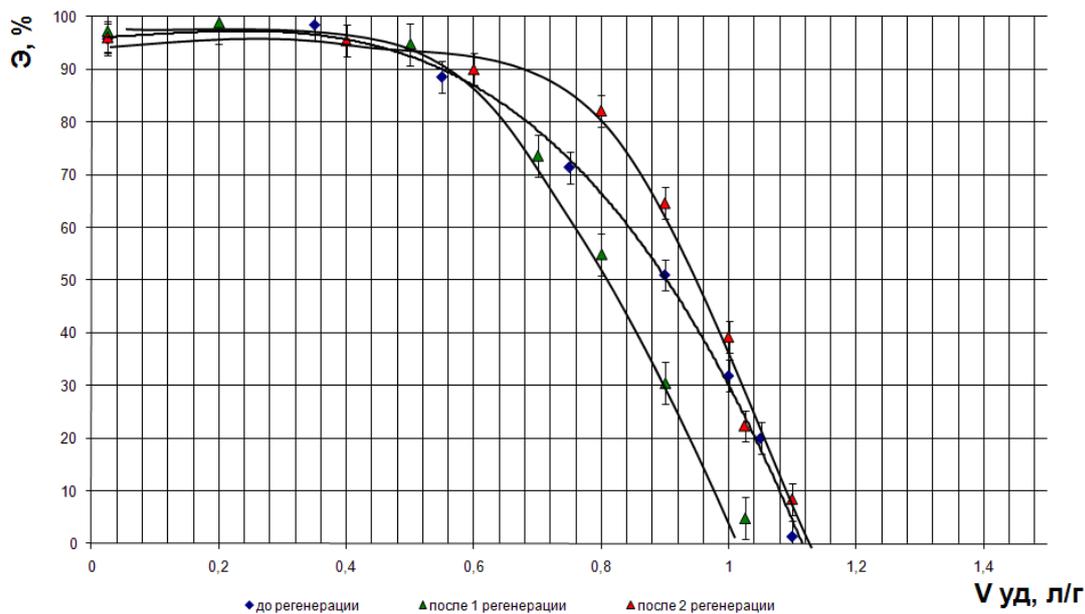


Рисунок 2 – Зависимость эффективности (Э) извлечения фенола из раствора от удельного объема (V) фильтрата

Модифицированная лузга подсолнечника сорбирует фенол из раствора с максимальной эффективностью 96 %, при этом при проведении двух регенераций она не теряет свои сорбционные свойства, о чем говорит практически одинаковый ход зависимостей.

Исследования подтвердили возможность использования лузги подсолнечника для очистки воды от фенолов. В качестве модификатора целесообразно использовать оксалат аммония, а регенерацию сорбента производить острым паром.

Список использованной литературы:

1. Доклад «О состоянии и об охране окружающей среды городского округа – города Барнаула Алтайского края в 2013 году». – Барнаул, 2014.-с.118.

## СОРБЦИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ ИЗ ВОДЫ НА АКТИВИРОВАННЫХ УГЛЯХ ИЗ СКОРЛУПЫ КЕДРОВОГО ОРЕХА

Черняева Е.С. – студент, Богаев И.В. – аспирант, Полетаева М.А. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г.Барнаул)

Нефтепродукты относятся к числу наиболее распространенных и опасных веществ, загрязняющих поверхностные воды. Нефть и продукты ее переработки состоят из ряда веществ, образующие сложную и не постоянную смесь. Отходы нефтепереработки, попадая в водные объекты, негативно влияют на качество воды и санитарные условия жизни и водопользования населения, нанося этим экономический ущерб народному хозяйству. Это связано с особенностями поведения веществ, сбрасываемых со сточными водами нефтеперерабатывающих заводов в водоемы, прежде всего нефти. Нефть и нефтепродукты,

поступающие в водоем со сточными водами, неблагоприятно влияют на условия водопользования населения вследствие появления запахов в воде.

Практически на всех предприятиях Алтайского края образуются нефтесодержащие стоки (поверхностные стоки, стоки технологического процесса). Сточные воды при недостаточной очистке или при ее отсутствии попадают в водоем, что приводит к превышению допустимой концентрации нефтепродуктов в водоеме. На ряде предприятий производится очистка сточных вод от нефтепродуктов, но эффект очистки невелик. Для более глубокой очистки необходимо использовать методы доочистки.

Для очистки сточных вод на практике очень часто используются активированные угли, способные хорошо сорбировать органические, в том числе неполярные вещества (растворители, красители, нефтепродукты). Для получения активных углей используется разнообразное органическое сырьё. С позиции ресурсосбережения перспективным сырьём для получения активных углей являются углеродсодержащие отходы (опилки, стружка, скорлупа орехов, фруктовые косточки). Угли, отличающиеся высокой механической прочностью и адсорбционной способностью, уже сейчас получают из скорлупы кокосовых орехов. Доступным углеродсодержащим сырьем в нашем регионе является скорлупа кедрового ореха.

Нами изучалась возможность использования активного угля на основе скорлупы кедрового ореха в качестве сорбента нефтепродуктов. Получение сорбентов состоящих из скорлупы кедрового ореха и асбеста осуществлялось по способу являющемуся ноу-хау АлтГТУ. Таким способом были получены 4 образца:

- У-СКО-А(1/1);
- У-СКО-А(1/3);
- У-СКО-Масла;
- СКО-А-430.

Изучение свойств новых сорбентов проводилось в сравнении с образцом Пермского завода сорбентов «АралХимСорб» ДАК.

Установление степени влажности сорбентов имеет важное значение, поскольку при влажности более 5 % изменяются свойства сорбента при его хранении и транспортировании. Не менее важным фактором увеличения срока службы сорбентов является прочность, так как при фильтрации воды и очистке воды углем, происходит постепенное механическое разрушение сорбента. При очистке воды углем важно также знать зольность сорбента. Так же необходимо изучение способности сорбента адсорбировать йод поверхностью с диаметром пор значительно больше 1 нм, а при большой удельной поверхности возрастает доля тонких пор, которые не доступны молекулам йода, так же адсорбция метиленовым синим, дает представление о поверхности активного угля, образованной порами с диаметром больше 1,5 нм. Общие свойства сорбентов были сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Общие свойства сорбентов

Сорбент	Влажность, %	Прочность, %	Зольность, %масс	Активность по йоду, %	Активность по М.С, %
ДАК	1,0	78	5	17	36
СКО-А-430	0,5	82	84	4	21
У-СКО-А(1/1)	1,0	79	52	5	33
У-СКО-Масла	1,0	90	65	2	34
У-СКО-А(1/3)	1,0	79	42	4	36

Влажность образцов не превышает 5%, что позволяет их использовать в промышленном масштабе. Образец У-СКО-Масла показал наименьшую измельчаемость и истираемость. Крепкая комкообразная структура сорбента объясняется наличием в нем масел, которые при пиролизе связывают скорлупу и асбест в прочные агломераты. В изученных образцах содержится значительное количество минеральных веществ, что безусловно связано с

содержанием в них асбеста. Образцы показывают небольшое значение активности по йоду и метиленовому синему и уступают образцу ДАК.

Сорбционная емкость сорбентов по нефтепродуктам изучалась на модельном растворе нефтепродуктов в воде при концентрации  $C=250$  мг/л. Результаты по изучению сорбционной емкости сорбентов представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Сорбционная емкость сорбентов

Марка сорбента	ДАК	СКО-А-430	У-СКО-А(1/1)	У-СКО-Масла	У-СКО-А(1/3)
Сорбционная емкость(C), мг/г	6,25	5,15	5,22	6,05	6,10

На основании полученных данных о сорбционной емкости можно сделать вывод о перспективном применении полученных материалов в качестве сорбентов для очистки сточных вод от нефтепродуктов. В настоящее время ведется разработка технологии очистки воды от нефтепродуктов с использованием сорбентов полученных из скорлупы кедрового ореха и асбеста.

#### Список литературы

1. Патент РФ №2323878. Способ получения активного угля. 2006, бюл. №11
2. Богаев А.В., Лебедев И.А., Карчевский Д.Ф., Берестенников Д.А., Вторушина О.О. Получение активных углей из скорлупы кедровых орехов / Ползуновский вестник №1, 2013. – С. 282-284.

## ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ ФЕНОЛА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Бетц С.А. – студент, Реттих Н.Е. – студент, Вдовыченко В.В. – студент,

Сомин В.А. – к.т.н., доцент

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

Проблема очистки производственных стоков от фенола является важной задачей, при решении которой используются различные технологии: экстракция, выпаривание, биохимическое окисление, озонирование и сорбционный метод. Последний является наиболее универсальным, позволяющим почти полностью извлечь фенол из жидкой фазы.

Чаще всего для удаления фенолов используются в качестве сорбентов активированные угли. Исследования, проводимые в нашей стране и за рубежом, показывают, что в качестве альтернативы дорогим сорбентам могут быть использованы сорбционные материалы, полученные из природного сырья или отходов производств [1, 2].

Производство сорбционных материалов из отходов растительного сырья является новым направлением и набирает популярность, поскольку их использование экономически выгодно из-за дешевизны исходного сырья, которым могут быть отходы сельского хозяйства, деревообрабатывающей и легкой промышленности. Основой для получения сорбционных материалов могут быть древесные опилки, кукурузные початки, скорлупа орехов, лузга гречихи и подсолнечника.

Целью наших исследований являлось изучение возможности использования лузги гречихи и подсолнечника для создания сорбционных материалов с целью защиты водных объектов от фенольных загрязнений.

Для увеличения сорбционной емкости исследуемых материалов они были подвергнуты химической модификации. В качестве модифицирующего агента был использован 0,5 н раствор оксалата аммония  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$ . Для исследуемых сорбционных материалов была определена динамическая сорбционная емкость графическим способом, который заключается в построении зависимости  $V=f(C_H-C_K)$  и ее последующего интегрирования (Рисунок 1).

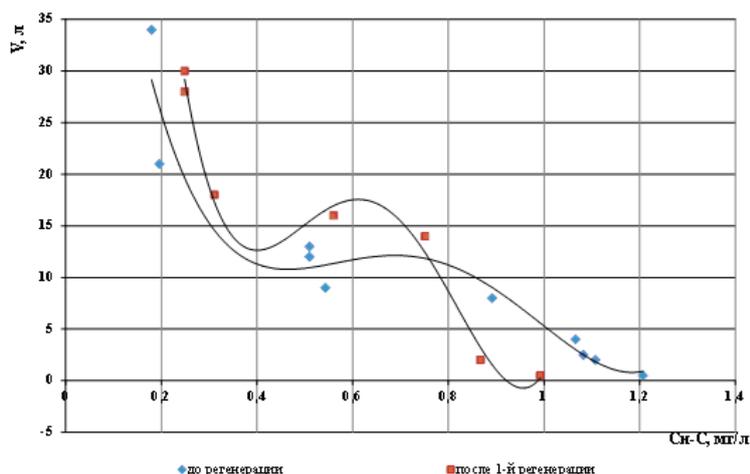


Рисунок 1 – Зависимость разности концентраций в растворе ( $C_n - C_k$ ) от объема раствора ( $V$ ), пропущенного через модифицированную лузгу подсолнечника

Зависимость  $V=f(C_n - C_k)$  на модифицированной лузге подсолнечника описывается уравнением:

$$V = 296,2\Delta C^4 - 923,1\Delta C^3 + 998,4\Delta C^2 - 448,9\Delta C + 82,6,$$

где  $\Delta=(C_n - C_k)$ , коэффициент аппроксимации 0,931

Интегрируя данное уравнение по оси  $C_n - C_k$ , получили значение полной динамической обменной емкости, равное 0,54 мг/г. После проведения регенерации сорбционного материала зависимость разности начальной и конечной концентраций от объема пропущенного раствора через материал описывается следующим уравнением:

$$V = 2972,0\Delta C^5 - 7241,0\Delta C^4 + 5718,\Delta C^3 - 1313,0\Delta C^2 - 241,2\Delta C + 107,1$$

Аппроксимация ставила 0,997

Значение полной обменной динамической емкости для модифицированной лузги подсолнечника после регенерации составило 0,455 мг/г.

Аналогично была определена полная динамическая емкость модифицированной лузги гречихи графическим методом. График зависимости  $V=f(C_n - C_k)$  и уравнение зависимости представлены на рисунке 2. Интегрируя данные уравнения, были получены значения полной емкости в динамических условиях для лузги гречихи, равное 4,96 мг/г. После проведения регенерации данный показатель составил 0,91 мг/г.

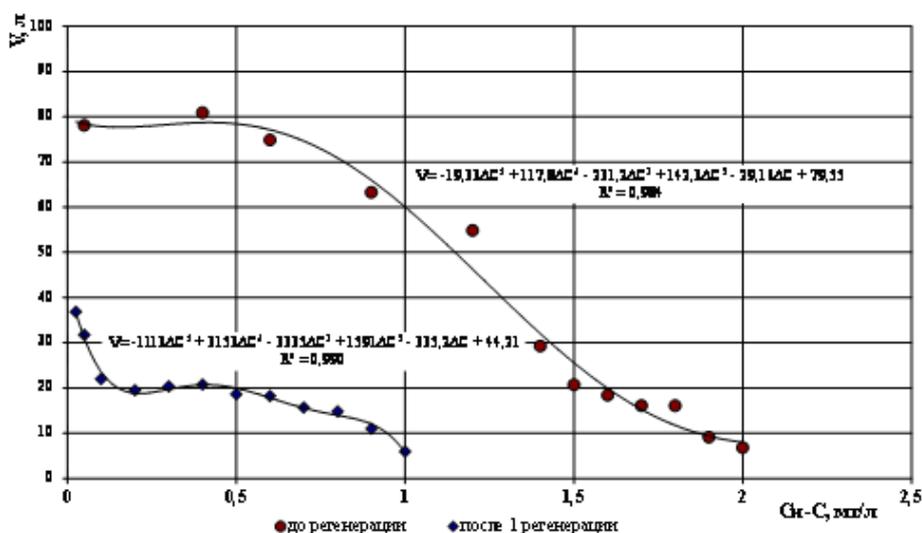


Рисунок 2 – Зависимость разности концентраций в растворе ( $C_n - C_k$ ) от объема раствора ( $V$ ), пропущенного через модифицированную лузгу гречихи

Результаты исследования показывают, что после проведения регенерации полная обменная динамическая емкость модифицированной лузги подсолнечника уменьшается на 21,2 % по сравнению с емкостью нативной. Для лузги гречихи данный показатель после регенерации уменьшается на 81,6%, что свидетельствует о неэффективности проведения регенерации для данного исследуемого материала. Однако, отмечено, что емкость модифицированной лузги гречихи примерно в 1,7 раза больше, чем у подсолнечника.

Список используемых источников:

1. Шакирова, В.В. Сорбент на основе глин Астраханской области для очистки сточных вод от фенолов. / В.В. Шакирова, Е.В. Пакалова //Фундаментальные и прикладные проблемы получения новых материалов: исследования, инновации и технологии: Материалы 5 межд. научно-практической конференции, Астрахань, 2011. – С. 142-144.

2. Коваленко, Т.А Исследование физико-химических закономерностей сорбции органических веществ и ионов металлов на углеродминеральных сорбентах, полученных из сапропелей. Дисс... кандидата химических наук по спец. 02.00.04 / Коваленко Татьяна Александровна.– Омск, 2010.– 126 с.

## СОРБЕНТЫ НА ОСНОВЕ ЛУЗГИ ПОДСОЛНЕЧНИКА И ГРЕЧИХИ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ СОЕДИНЕНИЙ НИКЕЛЯ

Вторушина О.О. – студент, Субботина Д.А. – студент, Сомин В.А. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В Алтайском крае имеются предприятия, в результате деятельности которых образуются загрязненные тяжелыми металлами гальванические стоки. Проблема их очистки является актуальной и требует применения современных методов. В настоящее время активно развивается направление сорбционной очистки с использованием растительных сорбентов. В качестве основы для получения материалов возможно применение отходов растениеводства: рисовой муки, жмыха, лузги, костры льна и др.

Наши исследования направлены на изучение сорбции ионов никеля растительными сорбентами на основе лузги подсолнечника и гречихи. С целью увеличения сорбционных свойств материалов была проведена их модификация растворами соляной (0,5 н) и ортофосфорной (0,5 н) кислотами, а так же гидроксидом натрия (500 мг/л).

Первоначально была определена сорбционная емкость материалов в статических условиях. Для этого наводились модельные растворы с концентрацией ионов никеля от 10 мг/л до 2000 мг/л. В полученные растворы помещали навески сорбентов в 1 г. Далее осуществляли перемешивание в течение 20 минут, после чего анализировали растворы на содержание ионов никеля фотокolorиметрическим методом. В результате проведенных опыта было выявлено, что изотермы сорбции нативных материалов хорошо согласуются с теорией мономолекулярной сорбции Ленгмюра, о чем свидетельствует L-образный характер кривой. При этом происходит насыщение адсорбционного слоя и при достижении определенной концентрации адсорбция достигает предела. Максимальная сорбционная емкость нативной лузги подсолнечника составляет порядка 8,5 мг/г., лузги гречихи - 55 мг/г.

Модифицированные материалы в отличие от нативных, имеют иной характер изотерм сорбции, соответствующий в большей степени закону Генри, согласно которому сорбционная емкость материала пропорциональна конечной концентрации раствора. При этом при сорбции ионов никеля наибольшую способность поглощать ионы показала лузга подсолнечника и гречихи, модифицированная гидроксидом натрия. Об этом свидетельствует наиболее близкий к оси абсцисс ход кривой. Наибольшее значение сорбционной емкости лузги подсолнечника и гречихи, обработанной гидроксидом натрия, при начальной концентрации 1000 мг/л составляет 62 мг/г и 64 мг/г соответственно.

Для изучения возможности практического применения материала были проведены опыты по изучению сорбционной емкости сорбента в динамических условиях. Для этого пропускали раствор сульфата никеля с концентрацией ионов никеля 5 мг/л через слой сорбента массой 20 г. С целью повторного использования сорбента проведена его регенерация раствором гидрокарбоната натрия, после чего снова снята данная зависимость. Результаты для лузги подсолнечника приведены на рисунке 1, для лузги гречихи – на рисунке 2.

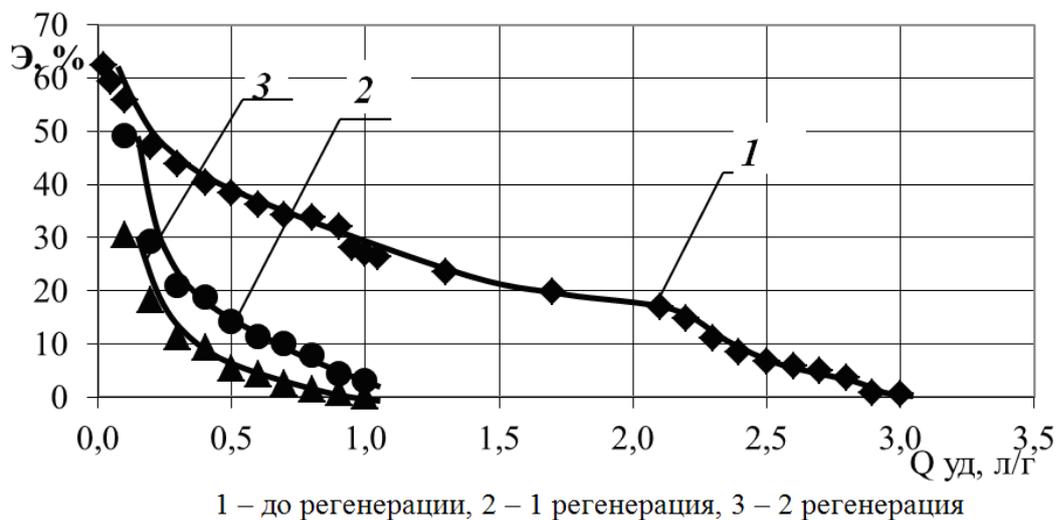


Рисунок 1 – Зависимость эффективности извлечения (Э) ионов никеля от удельного объема (Q уд) на лузге подсолнечника

Из рисунка 1 видно, что максимальная эффективность извлечения ионов никеля на свежеприготовленном материале составляет около 64 %, после чего плавно уменьшается. После первой регенерации она снижается незначительно – до 50 %, после третьей – до 30 %.

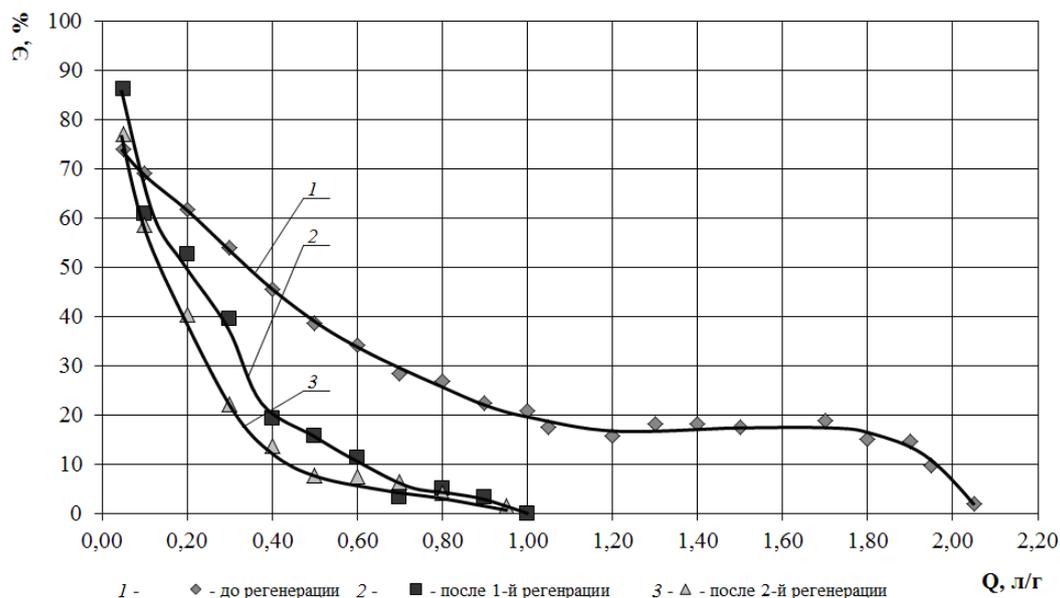


Рисунок 2 – Зависимость эффективности извлечения (Э) ионов никеля от удельного объема (Q) на модифицированной лузге гречихи

Из рисунка 2 видно, что при пропускании первых порций раствора эффективность извлечения ионов никеля на лузге гречихи составляет 74 %, затем плавно снижается. Зависимости после регенерации сорбента имеют схожий характер, при этом максимальная

степень извлечения ионов никеля из раствора достигается после первой регенерации и составляет 86 %. После второй регенерации эффективность несколько ниже – 77 %.

На основании проведенных опытов можно сделать выводы о возможности применения модифицированной лузги подсолнечника и гречихи в качестве сорбента для очистки воды от ионов никеля.

## ОРГАНИЗАЦИЯ САНИТАРНО-ЗАЩИТНОЙ ЗОНЫ ПРЕДПРИЯТИЙ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Дорохина Т.А. - студент, Кормина Л.А.- к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г.Барнаул)

Одним из способов защиты атмосферного воздуха от техногенных воздействий является организация санитарно-защитных зон для промышленных предприятий и площадок.

В соответствии с Федеральными законами от 10.02.2002 №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» и от 30.03.1999 №52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» вокруг производственных объектов, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека, устанавливается специальная территория с особым режимом использования-санитарно-защитная зона (СЗЗ).

Санитарно-защитная зона и ее проект разрабатываются для промышленных площадок один раз и остается актуальным на протяжении всего срока существования объекта при условии неизменности технологических процессов и вредных воздействий на окружающую среду.

По существующему законодательству санитарно-защитная зона разрабатывается последовательно в несколько этапов.

На первом этапе происходит непосредственная разработка проекта СЗЗ. Проект состоит из нескольких разделов. Основной раздел включает в себя определение размера санитарно-защитной зоны предприятия по фактору химического (за счет выбросов вредных веществ) и физического (шумового, электромагнитного, вибрационного) загрязнения атмосферного воздуха.

Уровень химического загрязнения атмосферного воздуха определяется путем расчета (или замеров) объемов выбросов предприятия и рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Зачастую основным фактором физического загрязнения воздуха является шум. По фактору шума определение размера СЗЗ предприятия осуществляется путем расчета негативного акустического влияния объекта по фактическому положению, а также с учетом будущих изменений в случае реконструкции; либо оценки прогнозируемого негативного акустического влияния объекта или натурными измерениями уровней шума.

В ходе расчета уровня шумового загрязнения выявляются источники внешнего шума предприятия, оказывающие негативное воздействие на жилую застройку, определяются их шумовые характеристики расчетным методом и замерами, проводится расчет уровней проникающего шума и их санитарно-гигиеническая оценка, определяются ожидаемые уровни звукового давления в расчетных точках.

Когда размер санитарно-защитной зоны в проекте определен, разрабатывается раздел по благоустройству СЗЗ, включающий не только установление типов и конструкций посадок деревьев и ландшафтных форм с подбором ассортимента деревьев, кустарников, цветочных растений и газонных трав, но и разработку агротехнических работ по озеленению и уходу за насаждениями.

Далее проектом устанавливаются и обосновываются необходимые природоохранные мероприятия в области защиты атмосферного воздуха, водных объектов, а также защиты окружающей среды от физических факторов и загрязнения почвы местами размещения отходов.

Кроме того, при необходимости, в проекте санитарно-защитной зоны должны быть предусмотрены мероприятия по отселению жителей. Выполнение этих мероприятий обеспечивают должностные лица соответствующих промышленных объектов и производств.

Проект СЗЗ должен содержать планы и карты-схемы предприятия: генеральный план с санитарно-защитной зоной, карты-схемы с нанесением источников физического и химического загрязнения и итоговой СЗЗ, планы озеленения и благоустройства.

После завершения всех проектных работ готовый документ проходит этап экспертиз и согласования. В первую очередь разработанный проект СЗЗ проходит санитарно-эпидемиологическую экспертизу на соответствие санитарно-эпидемиологическим требованиям. В Алтайском крае данную экспертизу проводят в ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае».

Если предприятия относится к промышленным объектам и производствам I и II классов опасности дополнительно проводится оценка риска здоровью населения.

В случае получения положительного результата экспертизы проект рассматривается сотрудниками Управления Роспотребнадзора по Алтайскому краю. Результатом данного рассмотрения является санитарно-эпидемиологическое заключение на проект санитарно-защитной зоны.

После получения положительного санитарно-эпидемиологического заключения в соответствии с планом-графиком, согласованным с Управлением Роспотребнадзора, аккредитованной лабораторией проводятся натурные исследования и измерения уровней физического и химического воздействий на атмосферный воздух.

Натурные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха для установления окончательного размера санитарно-защитной зоны проводятся в течение не менее годового периода с отбором проб в различные сезоны года.

Выбор точек для размещения стационарных постов наблюдений осуществляется с использованием современных методов анализа величин расчетных приземных концентраций:

- на границе нормативной СЗЗ (для объектов, указанных в действующей классификации);
- на границах расчетной СЗЗ и за ее пределами - в зонах, максимально приближенных к местам проживания населения;
- для уточнения пространственного распространения загрязняющих веществ могут быть использованы результаты исследований снежного покрова.

Перечень загрязняющих веществ, требующих систематического наблюдения, определяется с учетом расчетных концентраций, а также степени опасности загрязняющих веществ для здоровья населения. В план-график должны быть включены специфические вещества, характерные для выбросов рассматриваемого объекта, определяющие размер СЗЗ, канцерогены, вещества I-II классов опасности.

Натурные измерения шума проводятся в соответствии с требованиями ГОСТ 23337-78, МУК 4.3.2194-07:

- на площадках отдыха микрорайонов и групп жилых домов, площадках детских дошкольных учреждений и участках школ, территориях больниц и санаториев – не менее чем в трех точках, расположенных на ближайшей к источнику шума границе площадок (вне звуковой тени) на высоте 1,2-1,5 м от уровня поверхностей площадок;
- на территории, прилегающей непосредственно к жилым домам и зданиям больниц, санаториев, детских дошкольных учреждений и школ – не менее чем в трех точках, расположенных на расстоянии 2 м от ограждающих конструкций зданий на высоте 1,2-1,5 м от уровня поверхности территории и при, необходимости, на уровне середины окон. Окна зданий в этом случае должны быть закрыты.

Для высотных источников шума расчетные и натурные измерения уровней шума проводятся с учетом высоты жилых и общественных зданий на прилегающих к источнику шума территориях.

Измерение шума на жилой территории не должно проводиться во время выпадения атмосферных осадков и при скорости ветра более 5 м/с. При скорости ветра свыше 1 до 5 м/с следует применять экран для защиты измерительного микрофона от ветра. Изменение относительной влажности воздуха в процессе измерений не должно изменяться более чем на 10%.

По окончании проведения натурных исследований полученные данные подвергаются экспертизе, и только затем формируется окончательное заключение по проекту.

При наличии положительного результата экспертизы на проект получают постановления Главного государственного санитарного врача РФ либо субъекта РФ об установлении (изменении) размера санитарно-защитной зоны для конкретного предприятия.

После проведения вышеописанных процедур следует представить сведения об установленной санитарно-защитной зоне в уполномоченные органы для включения в землеустроительную документацию.

По информации Управления Роспотребнадзора по Алтайскому краю, представленной в государственном докладе «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Алтайском крае в 2013 году», на 01.01.2014 общее количество населения, проживающего в санитарно-защитных зонах в Алтайском крае, составляет 15686 человек.

В соответствии с Генеральным планом города Барнаула общая площадь СЗЗ по обчёту на чертеже составляет порядка 4780 га. В санитарно-защитных зонах города расположено 710 га жилой застройки, в том числе: 370 га капитальной застройки и 340 га – индивидуальной. Таким образом, около 20% всей территории жилой застройки расположено в санитарно-защитных зонах.

В 2013 г. В Алтайском крае количество населения, переселенного из СЗЗ промышленных предприятий, составило 38 человек (2012 г. – 100 человек, 2011 г. – население из СЗЗ не переселялось).

Количество населения, проживающего в СЗЗ, уменьшается, в основном, за счёт сокращения (корректировки) размеров санитарно-защитных зон в результате перепрофилирования или доказательства стабильного достижения уровня техногенного воздействия объекта на границе СЗЗ и за её пределами в рамках и ниже нормативных требований.

На 1 марта 2015 года в соответствии с Реестром санитарно-эпидемиологических заключений на проектную документацию в Алтайском крае 76 предприятий имеют установленную в соответствии с требованиями законодательства санитарно-защитные зоны (рисунок 1).

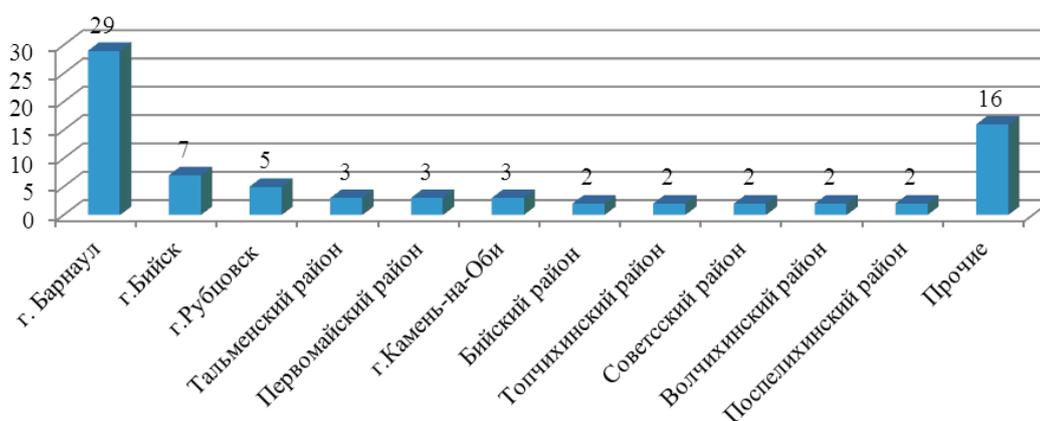


Рисунок 1 - Количество предприятий, имеющих установленную СЗЗ

Тем не менее, на 1 января 2014 года без проектов СЗЗ функционируют 163 промышленных предприятий и 107 предприятий пищевой промышленности в городах Барнауле, Бийске, Славгороде, Рубцовске, Заринске, Горняке, Змеиногорске, Новоалтайске и районных центрах края.

С целью снижения негативного влияния предприятий на окружающую среду и население города Барнаула генеральным планом предусмотрено проведение следующих мероприятий:

- расселение населения с территорий СЗЗ и предание капитальной застройке нежилой функции;
- сокращение СЗЗ после проведения экореконструкции и условий выполнения требований СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. При невозможности выполнения этих условий необходимо вынести предприятия на резервные площадки;
- первоочередной вывод объектов социальной инфраструктуры с территории СЗЗ;
- разработка проекта общей санитарно-защитной зоны Северного промрайона.

В результате реформирования территорий промрайонов и промузлов, сокращения СЗЗ после проведения экореконструкции предприятий, расположенных среди жилой застройки, общая площадь СЗЗ может сократиться до 3600 га, а площадь жилой застройки в них уменьшится на 60 % и составит около 280 га.

## ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА СОРБЦИИ ИОНОВ ЦИНКА ОТХОДАМИ РАСТЕНИЕВОДСТВА

Абызова Е.А. – студент, Куталова А.В. – студент, Кухта Н.Б. – студент,  
Сомин В.А. – к.т.н., доцент

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

Одной из важнейших экологических проблем человечества является загрязнение водных объектов соединениями тяжелых металлов, в том числе ионами цинка. Находясь в воде в концентрациях, превышающих ПДК, цинк оказывает токсическое, аллергенное, мутагенное и канцерогенное действие на организм человека. Одним из наиболее распространенных и эффективных процессов очистки воды от загрязнений является сорбция. В качестве сырья для производства сорбентов перспективно использование различных органо-минеральных веществ, имеющих высокую сорбционную емкость, механическую прочность, дешевизну и широкую распространенность. Такими характеристиками обладают материалы, полученные из отходов растениеводства, в частности из лузги подсолнечника и гречихи. Правильность выбора сорбционного материала определяется также характером протекающих на нем процессов, поэтому определение механизма сорбции представляется очень важным не только с теоретической, но и научно-практической точки зрения.

К настоящему времени в литературе накоплен большой объем экспериментального материала по сорбции ионов металлов из водных растворов, однако механизм сорбции на сорбентах из растительного сырья, как в нативном виде, так и модифицированном, раскрыт недостаточно полно. До сих пор не существует теории, которая дала бы возможность количественно прогнозировать взаимодействие сорбент – сорбат, априори рассчитывать сорбционную емкость тех или иных сорбентов. Этим объясняется использование разными исследователями различных моделей для описания получаемых ими экспериментальных результатов по сорбции ионов тяжелых металлов. Математическое моделирование сорбции является очень мощным инструментом для понимания сорбционных процессов и также важно для их оптимизации.

Цель работы – изучение механизма сорбции ионов цинка на лузге гречихи и подсолнечника.

Адсорбция металла из раствора твердыми телами графически описывается изотермой, характеризующей изменение концентрации раствора, на границе раздела твердое тело – жидкость. Нами были сняты изотермы сорбции ионов цинка на нативной лузге гречихи и подсолнечника, а также на модифицированных раствором гидроксида натрия и ортофосфорной кислотой. Обработка химическими реагентами позволяет увеличивать пористость удельной поверхности, в результате чего возрастает сорбционная емкость по

отношении к ионам металлов. В процессе обработки щелочным реагентом NaOH происходит удаление щелочерастворимых составляющих, набухание, что также приводит к росту внутренней поверхности материалов, снижению степени полимеризации, снижению кристалличности, нарушению связей между лигнином и углеводами и разрушению структуры лигнина. Кислотная обработка приводит к росту площади удельной поверхности за счет превращения макропор в микропоры, а также к удалению смол, сахаров и пигментов.

По виду полученных изотерм можно предположить, что во всех материалах преобладающими являются мезопоры, а аналогичный вид изотерм свидетельствует об однотипном характере взаимодействия ионов цинка в системе водный раствор–сорбент. Отмечено, что модификация практически не повлияла на сорбционные свойства лузги подсолнечника, его максимальная емкость составила 43 мг/г, и примерно на 60 % увеличила емкость лузги гречихи (с 34 мг/г до 55 мг/г). Таким образом, сорбционные свойства модифицированной лузги подсолнечника несколько уступают сорбционным свойствам модифицированной лузги гречихи.

Для количественного описания равновесия сорбции в интервале концентраций, отвечающих образованию монослоя, и с учетом формы равновесных кривых были промоделированы экспериментальные результаты с использованием простых адсорбционных изотерм, таких как классические уравнения Ленгмюра, Фрейндлиха, Дубинина – Радушкевича и БЭТ.

Модель Ленгмюра позволяет учесть наиболее сильные отклонения от закона Генри, связанные с ограниченностью поверхности сорбента, что приводит к адсорбционному насыщению поверхности адсорбента по мере увеличения концентрации распределяемого вещества. Она основана на том, что на поверхности сорбента образуется мономолекулярный слой адсорбата, а все активные центры обладают равной энергией и энтальпией.

Константы уравнения  $K$  и  $A_{\infty}$  были рассчитаны из наклона и пересечения прямых на графике в соответствующих координатах линейного уравнения.

Модель Ленгмюра для обработки экспериментальных данных, полученных для лузги подсолнечника, модифицированной раствором NaOH, представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Параметры сорбции ионов цинка по модели Ленгмюра

Линейная форма уравнения	Уравнение	$K$ л/моль	$A_{\infty}$ ммоль/г	$R^2$	$S$ , м <sup>2</sup> /г
$\frac{C}{A} = C \cdot \frac{1}{A_{\infty}} + \frac{1}{K \cdot A_{\infty}}$	$\frac{C}{A} = 0,0059C + 3,5416$	0,13	1,01	0,840	5,86

где  $K$  – концентрационная константа;  $C$  – равновесная концентрация металла в растворе;  $A_{\infty}$  – предельная емкость адсорбента;  $S$  – площадь удельной поверхности сорбента,  $R^2$  – коэффициент корреляции

Для всех остальных материалов значение коэффициента корреляции не дает возможность описывать данные изотермы по модели Ленгмюра.

Уравнение изотермы модели Фрейндлиха выведено из предположения, что адсорбционные центры обладают различными величинами энергии, следовательно, в первую очередь происходит заполнение активных центров с максимальной энергией, т.е. с сильной связывающей способностью и прочность сцепления уменьшается с увеличением степени заполнения. Данные, полученные при использовании модели Фрейндлиха для лузги подсолнечника и гречихи представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Параметры сорбции ионов цинка по модели Фрейндлиха

Лузга	Уравнение	K	1/n	R <sup>2</sup>
Подс. нативная	$lgA = 0,7873 \cdot lgC - 0,5625$	0,27	0,7873	0,944
Подс мод. NaOH	$lgA = 0,9765 \cdot lgC - 0,7794$	0,836	0,9765	0,894
Подс. мод. H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	$lgA = 1,0766 \cdot lgC - 1,3899$	0,04	1,0766	0,934
Гречиха нативная	$lgA = 0,8506 \cdot lgC - 0,6839$	0,21	0,8506	0,9439
Гречиха мод. NaOH	$lgA = 0,8421 \cdot lgC - 0,4568$	0,35	0,8421	0,965
Гречиха мод. H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	$lgA = 0,9767 \cdot lgC - 0,0171$	0,96	0,977	0,992

где K – константа равновесия; 1/n – параметр, указывающий на интенсивность взаимодействия адсорбент – адсорбат; R<sup>2</sup> – коэффициент корреляции

Теория Дубинина – Радужкевича основывается на экспоненциальном ослабевании взаимодействия между поверхностью твердого тела и молекулами адсорбата по мере удаления от поверхности. Согласно механизму адсорбции в микропорах происходит не послойное покрытие пор, а их объемное заполнение. Однако данная модель может лишь формально применяться к описанию сорбции ионов тяжелых металлов исследуемыми сорбентами, поскольку заполнение объема микропор ионами металлов невозможно из-за сил электростатического отталкивания между одноименно заряженными катионами. Экспериментальные точки адсорбции ионов цинка лузгой подсолнечника в линеаризованных координатах хорошо укладываются на прямые линии, что свидетельствует о том, что данная модель может быть использована для описания процесса адсорбции.

Таблица 2 – Параметры сорбции ионов цинка по модели Дубинина-Радужкевича

Лузга	Уравнение	A <sub>0</sub> , моль/г	E, кДж/моль	R <sup>2</sup>
Подс. нативная	$lnA = -0,001E^2 + 3,702$	0,05	1,37	0,913
Подс мод. NaOH	$lnA = -0,0022E^2 + 4,3863$	0,07	0,9	0,911
Гречиха мод. NaOH	$lnA = -0,002E^2 + 3,4481$	0,06	11,9	0,713

где A – величина адсорбции в равновесных условиях, E – энергия адсорбции ионов цинка; A<sub>0</sub> – предельная адсорбция.

Таким образом, на основании обработки полученных данных, можно сделать следующие выводы:

Сорбция ионов цинка протекает более эффективно на лузге гречихи.

Процесс сорбции с максимальной вероятностью описывается уравнением Фрейндлиха. Различие значений констант равновесия K в моделях Ленгмюра и Фрейндлиха может быть объяснено тем, что в модели Ленгмюра учитывается только взаимодействие сорбат – сорбент, а сорбат – сорбентные взаимодействия, характерные для полимолекулярной адсорбции не учитываются.

Перспективы дальнейшей разработки темы связаны с проведением динамики процесса и с расширением сырьевой базы.

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СПОСОБА УЛАВЛИВАНИЯ АММИАКА ИЗ КОКСОВОГО ГАЗА

Карпеева В.И. – студент, Лазуткина Ю.С. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г.Барнаул)

Предприятия коксохимической промышленности вносят значительный вклад в загрязнение компонентов окружающей среды. Наиболее серьезным является негативное воздействие на атмосферу. В результате протекания сложных технологических процессов при коксовании угля образуется широкий спектр загрязняющих веществ, выбрасываемых в окружающую среду. Они различны по химическому составу и агрегатному состоянию, большинство из них являются высокотоксичными.

Основным видом деятельности ОАО «Алтай-Кокс» г. Заринска Алтайского края является получение металлургического кокса различных фракций. При коксовании угля образуются побочные химические продукты - смола, коксовый газ, бензолные углеводороды, фенолы и др.

В цехе улавливания осуществляется очистка коксового газа с улавливанием ценных химических составляющих. В состав цеха входят отделение конденсации и охлаждения коксового газа; аммиачно-сульфатное отделение с пиридиновой установкой и складом сульфата аммония; бензолное отделение; биохимическая установка для очистки сточных фенольных вод; установка утилизации химических отходов; установка по приготовлению тяжелой смолы (дорожного связующего).

Целью нашей работе является реконструкция аммиачного отделения, которое предназначено для удаления из коксового газа аммиака с получением сульфата аммония. Традиционным способом извлечения аммиака является его абсорбция в сатураторах с использованием раствора серной кислоты по реакции:



Кристаллы сульфата аммония по мере их роста оседают в конической части сатураторов, откуда солевым насосом в виде пульпы подают в гидроциклоны, обезвоживают и складывают в специально отведенных помещениях.

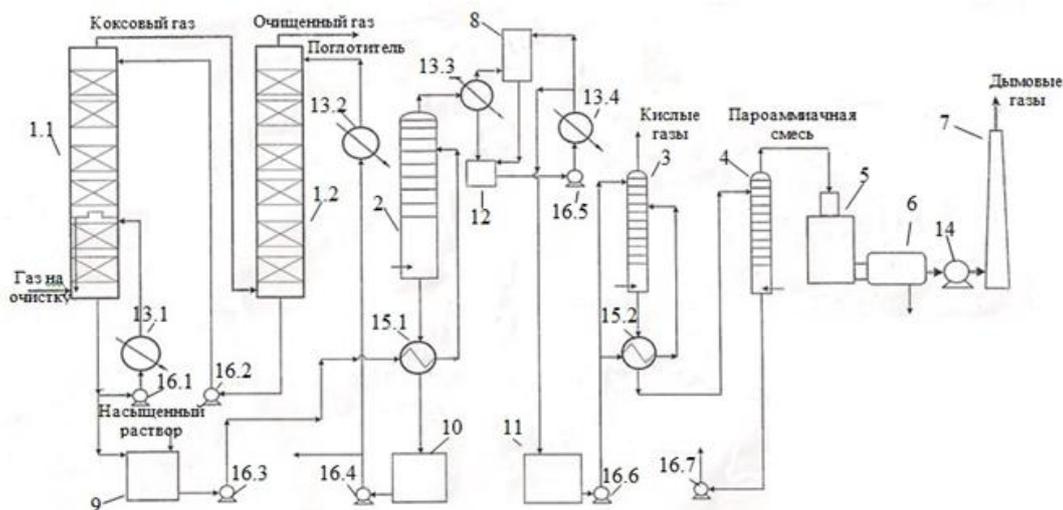
Сульфат аммония является широко распространенным удобрением, однако имеет низкую стоимость на рынке и его реализация не покрывает затрат производственного процесса.

Таким образом, возникает необходимость в замене существующего способа удаления аммиака из коксового газа на современные ресурсосберегающие процессы.

При выборе метода следует уделить большое внимание целесообразности получения конечного продукта, в данном конкретном случае, поскольку разнообразие технологий извлечения аммиака из коксового газа представлено, в основном, абсорбционными и сатураторными методами.

С учетом особенностей промышленного сектора региона, наибольший интерес представляет абсорбционный метод извлечения аммиака из коксового газа с последующим термическим разложением пароаммиачной смеси и использованием выделяющейся тепловой энергии.

Технология (рисунок 1) предусматривает улавливание аммиака водой без сероочистки коксового газа, с возвратом извлеченного сероводорода в коксовый газ. Данное решение обосновано низким содержанием сернистых примесей в исходном сырье. Газ очищается от аммиака до необходимой концентрации в абсорберах и далее поступает в бензолное отделение цеха улавливания по существующей технологической схеме очистки.



1 – абсорберы; 2 – регенератор поглотительного раствора; 3 – диссоциатор; 4 – десорбер; 5 – печь; 6 – котел-утилизатор; 7 – дымовая труба; 8 – конденсатор; 9 – сборник насыщенного поглотительного раствора; 10 – сборник регенерированного раствора; 11,12 – сборники конденсата;

13 – холодильники; 14 – дымосос; 15 – теплообменники; 16 – насосы

Рисунок 1 – Принципиальная схема процесса очистки коксового газа от аммиака

Охлажденный и очищенный от нафталина и аэрозолей смолы коксовый газ поступает в первый абсорбер аммиака 1.1, далее поступает в абсорбер 1.2, где очищается от аммиака до необходимой концентрации, а затем поступает в бензольное отделение цеха улавливания.

Регенерированный поглотительный раствор подается в верхнюю часть абсорбера 1.2, затем из нижней его части подается вверх первого аммиачного абсорбера 1.1. Насыщенный аммиачный раствор из сборника 9 подается через теплообменник на регенерационную колонну 2. В регенераторе 2 из него острым паром отгоняются уловленные в узле абсорбции компоненты. Регенерированный раствор охлаждается в теплообменнике 15.1 и далее поступает в сборник 10 регенерированного раствора, откуда подается через холодильник в абсорбер 1.2. Пары из регенератора 2 частично конденсируются в 8. Конденсат стекает в сборник 12, а затем насосом подается в диссоциатор 3 двумя потоками. В диссоциаторе из конденсата отгоняется большая часть кислых компонентов, которые возвращаются в коксовый газ после абсорбера 1.2. Раствор после диссоциатора поступает в десорбер 4, в котором паром отгоняется аммиак. Вода подается в сборник насыщенного поглотительного раствора. Пароаммиачная смесь из десорбера поступает в печь-реактор 5 термического разрушения и сжигания аммиака. Продукты горения после реактора проходят через котел-утилизатор 6, где охлаждаются и дымососом подаются в дымовую трубу 7, откуда выбрасываются в атмосферу

Эффективность извлечения аммиака данным способом связана с хорошо изученными приемами интенсификации процесса абсорбции, которые определяются выбором поглотителя, конструкцией аппарата, увеличением площади контакта фаз и выбором распределительных устройств, дополнительным отводом тепла орошением на нижней ступени аппарата и др.

Применение предложенной технологии не требует дополнительного реагентного хозяйства, введения в процесс новых токсичных веществ, решает проблемы нормирования воздействия на атмосферный воздух в рабочей зоне предприятия, а полученная энергия может быть использована как в производственном процессе, так и для бытовых нужд.

Решения по модернизации технологии являются гибкими и позволяют адаптировать производственный участок на получение альтернативной продукции – аммиачной воды, солей аммония. Предложенный способ организации очистки коксового газа позволяет

помимо воды использовать в качестве абсорбентов раствор моноаммонийфосфата и ортофосфат аммония без замены основного оборудования.

## УТИЛИЗАЦИЯ ОТХОДОВ ШИННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Лежнина Л. В. – студентка, Бельдеева Л.Н. – к.т.н., доцент

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

Проблема переработки и использования отходов шинного производства имеет важное экологическое и народнохозяйственное значение. Образующиеся отходы шинной промышленности, вывозимые на свалки, загрязняют окружающую среду. Они обладают высокой пожароопасностью, а продукты их неконтролируемого сжигания оказывают негативное влияние на атмосферу.

В настоящее время на шинных заводах образуется большое количество неизбежных отходов, таких как отходы резиновых смесей, изношенные варочные камеры, изношенные вулканизационные диафрагмы, отходы обрезиненного текстильного и металлокорда, буферные автопокрышки.

По составу полимерные отходы резинового производства делятся на:

- резиновые,
- резинотекстильные,
- резинометаллические,
- текстильные.

По степени вулканизации, определяющей технологические свойства отходов как вторичных материальных ресурсов, отходы делят на невулканизованные и вулканизованные.

Резиновые невулканизованные (и частично вулканизованные) отходы – это резиновые смеси, не пригодные для использования по прямому назначению. К ним относятся подвулканизованные резиновые смеси, образующиеся как брак при изготовлении и обработке (вальцевании, каландровании, профилировании) резиновых смесей, обрезки и остатки резиновых смесей после раскроя и вырубки заготовок изделий.

Резиновые вулканизованные отходы образуются, как правило, при вулканизации и отделке готовой продукции в виде выпрессовок, шлифовальной пыли и обрезков. Форма отходов зависит от технологического процесса или операции, при которых они получают.

Резинотекстильные невулканизованные отходы – обрезки и остатки обрезиненного корда и прорезиненных тканей, образующиеся при изготовлении заготовок изделий. Они представляют собой обработанные различными латексно-смоляными и резиновыми составами кордные, корд-тканевые, тканевые материалы на основе природных и химических волокон, таких как вискозное, хлопковое, полиамидное, полиэфирное и др. по внешнему виду это куски шириной до 1,5 м различной длины.

Резинометаллические отходы образуются при обрезке металлокорда и проволоки и изготовлении из них заготовок для сборки покрышек в шинном производстве. Они содержат компоненты резиновых смесей и соответствующую металлическую часть в виде различных по длине остатков стального латунированного троса диаметром до 1,45 мм и стальной латунированной или омедненной проволоки диаметром 1 мм.

Специалистами ПО «Алтайский шинный комбинат» разработаны технологические процессы и созданы участки по переработке выше перечисленных отходов. Также разработана рецептура резиновых смесей, в которых применяются продукты переработки этих отходов. Разработаны технологические процессы по переработке варочных камер, вулканизационных диафрагм и отходов обрезиненного корда, продукты переработки которых, в дальнейшем, используются в рецептуре шинных резин.

Наиболее сложной задачей является переработка резинокордных отходов. Продукт переработки отходов обрезиненного корда должен изготавливаться из образующихся в

производстве отходов, специально подготовленного обрезаемого полиамидного и анидного корда всех марок.

Предварительно отходы измельчают сначала на роторном измельчителе типа "шинорез", количество оборотов ротора 600 об/мин, двукратным пропуском через зазор 6-8 мм между подвижными и неподвижными ножами. Причем количество пропусков через зазор не менее двух раз.

Полученная резинокордная масса направляется на дробильные вальцы Др 800 550/550 с двумя рифлеными валками с зазором 0,35-0,65 мм, фрикцией 1:3,08. Пропускают 3-4 раза через зазор. Масса навески не должна превышать 4 кг.

Затем обработанная масса снимается с дробильных вальцов листами и навешивается на вешала.

Листы передаются на комбинированные вальцы РЗ 800 550/550. Загрузка листа в зазор вальцов осуществляется по направлению линии каландрования (ориентирование нитей корда в одном направлении).

Полученная резинокордная масса снимается с вальцов листами, навешивается на вешала. Далее лист толщиной 3,5-6,5 мм измельчают на аппарате с количеством оборотов барабана 375 об/мин с зазором 0,1-0,2 мм между подвижными наклонными ножами и неподвижным ножом. Измельчение листа проводят поперек нитей, ориентированных "каландровым эффектом" при обработке на дробильных вальцах.

Конечный продукт переработки резино-кордных отходов (РВН) упаковывается в бумажные мешки. Продукт проверяется на соответствие техническим условиям и направляется в производство. По внешнему виду продукт переработки отходов обрезаемого корда должен соответствовать эталонному образцу. Эталонный образец утверждается и подлежит уточнению при изменении технологического процесса.

В больших количествах в процессе изготовления шин образуются невулканизированные резинотекстильные отходы. Они представляют собой обработанные резиновыми смесями кордные, кордтканевые и тканевые материалы.

Поскольку предварительная обработка волокна латексными составами и резиновыми смесями дает значительное улучшение свойств резиноволокнистых композитов, это служит предпосылкой для использования отходов резинотекстильных материалов в качестве наполнителей резин.

Важным источником получения волокнистых наполнителей могут служить отходы кордного волокна, образующиеся в процессе переработки изношенных шин в резиновую крошку. Как показали исследования, в результате эксплуатации шин эти материалы практически не подвержены изменениям в структуре и свойствах. Это отходы, состоящие из высококачественных волокон и резиновой крошки, используется без обработки в незначительных количествах и в основном в областях, не связанных непосредственно с резиновой промышленностью.

Таким образом, текстильсодержащие отходы резиновой промышленности являются ценным вторичным сырьем для получения из них коротковолокнистых наполнителей.

## РЕШЕНИЕ ВОПРОСОВ РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ НЕФТИ

Чарыев Б.Н. – студент, Лазуткина Ю.С. – к.т.н., доцент

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

Нефтепереработка является многоступенчатым процессом физической и химической обработки сырой нефти, в результате которого образуется комплекс различных нефтепродуктов (рисунок 1).



Рисунок 1 - Виды продуктов, получаемых при нефтепереработке

Выбор направления переработки нефти и ассортимента получаемых нефтепродуктов определяется физико-химическими свойствами используемого сырья, уровнем технологии нефтеперерабатывающего завода и потребностью в товарных нефтепродуктах. Различают три основных варианта переработки нефти:

- топливный;
- топливно-масляный;
- нефтехимический.

По топливному варианту нефть разделяется на моторные и котельные топлива. Данный вариант переработки отличается наименьшим числом участвующих технологических установок и низкими капиталовложениями. При глубокой переработке нефти возможно получить высококачественные и автомобильные бензины, зимние и летние дизельные топлива, а также топливо для реактивных двигателей. Выход котельного топлива в этом варианте сводится к минимуму.

По топливно-масляному варианту переработки нефти наряду с топливами получают смазочные масла, для производства которых обычно подбирают нефти с высоким потенциальным содержанием масляных фракций. В этом случае для выработки высококачественных масел требуется минимальное количество технологических установок. Масляные фракции (выкипающие выше 350°C) сначала подвергается очистке избирательными растворителями: фенолом или фурфуролом для удаления смолистых веществ и низко индексных углеводородов. Затем проводят депарафинизацию при помощи смесей метилэтилкетона или ацетона с толуолом для понижения температуры застывания масла. Заканчивается обработка масляных фракций доочисткой отбеливающими глинами. Таким способом получают дистиллатные масла (легкие и средние промышленные, автотракторные и др.). Остаточные масла (авиационные, цилиндровые) выделяют из гудрона путем его деасфальтизации жидким пропаном.

Нефтехимический вариант переработки нефти отличается большим ассортиментом нефтехимической продукции и соответственно - наибольшим числом технологических установок и высокими капиталовложениями. Данный вариант переработки нефти представляет собой сложное сочетание технологических процессов. В результате их проведения получают высококачественные моторные топлива и масла, готовят сырье (олефины, ароматические, нормальные и изопарафиновые углеводороды и др.) для

основного органического синтеза. Данный способ переработки нефти направлен на производство азотных удобрений, синтетического каучука, пластмасс, синтетических волокон, моющих веществ, жирных кислот, фенола, ацетона, спиртов, эфиров и многих других химических веществ.

Таким образом, роль нефти как сырьевого ресурса, весьма высока. В настоящее время альтернативных технологий получения перечисленных химических продуктов практически не существует. При этом следует отметить, что предприятия нефтеперерабатывающей промышленности ежегодно выбрасывают в атмосферу более 2,5 млн. т загрязняющих веществ, сжигают около 6 млрд. м<sup>3</sup> нефтяного газа, забирают из водоемов 740 млн. м<sup>3</sup> пресной воды. В связи с этим необходимо искать пути по снижению воздействия нефтеперерабатывающей промышленности на окружающую природную среду.

В Алтайском крае на ООО «Сибирский Баррель» осуществляется переработка нефти с помощью пяти функциональных установок ФУС – 30 с производительностью 150 м<sup>3</sup>/сут. Фракционирующая установка предназначена для отделения от нефти или газоконденсата фракций легких углеводородов с концом кипения 150°С и фракций тяжелых углеводородов с концом кипения 360°С, которые используются в качестве автомобильного бензина и дизтоплива. Оставшиеся фракции, используются в качестве топочного мазута. Установка также может применяться для утилизации и переработки нефтяных разливов, остатков, смывов, шламов в светлые нефтепродукты.

Технологическая схема фракционирования включает в себя установку для нагрева и отпарки легких и тяжелых углеводородов с одновременной их ректификацией и конденсацией, блок насосов, блок горизонтальных емкостей, насосы охлаждающей воды, раздаточные колонки. Технология фракционирования включает в себя процесс получения легких бензиновых фракций, тяжелых дизельных фракций и мазута.

Анализ воздействия предприятия на окружающую среду показал необходимость совершенствования технологии разделения нефти. В качестве такого технического решения предлагается установка мини-НПЗ взамен существующего оборудования.

Мини-НПЗ (малотоннажный нефтеперерабатывающий завод) - это производственный комплекс, включающий в себя нефтеперегонную установку с объемом переработки сырья до 150тыс. тонн в год, емкостный и насосный парк, сливо-наливные эстакады, котельную, систему спутникового обогрева трубопроводов, здания и сооружения для размещения персонала и оборудования, системы управления технологическими процессами, системы противоаварийной защиты, факельную установку, системы надежного энергообеспечения, системы сбора и утилизации промышленных отходов и пр.

В состав мини-НПЗ как правило входят блоки по переработке газообразных и жидких отходов, что существенно снижает антропогенную нагрузку на окружающую среду. Для выполнения экологических требований при эксплуатации мини-НПЗ проводятся следующие природоохранные мероприятия:

- сбор и очистка воды, содержащейся в нефти, и ливневых сточных вод;
- утилизация или сброс неконденсирующегося пряmogонного газа;
- использование герметичных разъемных соединений.

В Российской Федерации одним из лидеров по проектированию и монтажу мини-НПЗ является НПП «Линас-Техно», г. Новосибирск [1, 2].

Специалисты этой компании нашли совершенно новое решение в согласовании дистилляционных процессов тепломассообмена и разработали новую промышленную ректификационную технологию под названием «технология Линас», которая положена в основу предлагаемых данной компанией установок нефтепереработки. На рисунке 2 представлена принципиальная технологическая схема работы колонны Линас.

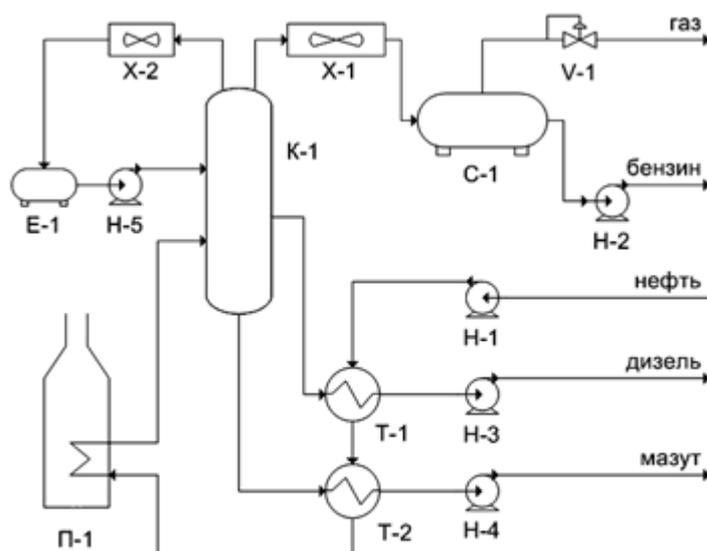


Рисунок 2 - Схема мини-НПЗ на базе колонны  
ЛИНАС

Результаты внедрения технологий в производства показали, что качество дизельного топлива, получаемого на мини-НПЗ Линас является лучшим среди отечественных мини-НПЗ и не уступает качеству дизельного топлива, получаемого на мини-НПЗ известных западных компаний.

При этом, помимо высокого качества получаемой продукции, коммерческая цена мини-НПЗ Линас существенно ниже зарубежных мини-НПЗ.

Таким образом, можно выделить ряд преимуществ мини-НПЗ по сравнению с традиционными способами переработки нефти:

- получение продуктов более высокого качества;
- возможность применения для малотоннажных производств;
- высокая рентабельности производства за счет упрощения схемы ректификационного разделения;
- повышение экологической безопасности предприятия.

Список использованных источников

1. Г.А.Нестеров, А.Ф.Сайфутдинов, О.Е.Бекетов, В.С.Ладощкин. Новое поколение мини-НПЗ. "Инновации. Технологии. Решения", №9(34) от 7 сентября 2007 г. - С.16-17.

2. А.Ф.Сайфутдинов, О.Е.Бекетов, В.С.Ладощкин, Г.А.Нестеров. Ректификационная технология Линас. Путь к созданию высокорентабельных производств. Вестник химической промышленности. ОАО "НИИТЭХИМ", Москва. Вып.4(24), 2002. - С.26-41.

## ЗАЩИТА ГИДРОСФЕРЫ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИ ДОБЫЧЕ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ РУДЫ

Лисина И.О. – студентка, Горелова О.М. – к.т.н., доцент

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

Добыча руд металлов сопровождается образованием загрязненных шахтных вод, содержащих взвешенные вещества, нефтепродукты, соединения азота, железо, медь, свинец, цинк и другие металлы. Выпуск стоков производится в природные водоисточники и требует предварительной очистки и обеззараживания, поскольку для этой воды характерно и бактериальное загрязнение.

ОАО «Сибирь-Полиметаллы» находится в Алтайском крае и имеет несколько рудников по добыче полиметаллических руд и руды благородных металлов. Основными видами деятельности ОАО «Сибирь-Полиметаллы» являются добыча, обогащение руды, производство цветных и драгоценных металлов.

На Зареченском руднике ОАО «Сибирь-Полиметаллы» осуществляется добыча полиметаллический руд шахтным способом. Отработка месторождения предусматривается подземным способом без обрушения налегающих пород системой горизонтальных слоев с твердеющей закладкой выработанного пространства. Из добытой здесь руды получают медно-свинцовый, цинковый и баритовый концентраты. Образующиеся шахтные воды и ливневый сток с территории промплощадки подвергается очистке и сбрасывается в реку Корболиха.

Река Корболиха относится к малым рекам Алтайского края, подвергшимся в разное время загрязнению в связи с освоением месторождений полезных ископаемых. Река в настоящее время также характеризуется высоким уровнем антропогенных нагрузок. Регулярными гидрохимическими наблюдениями она не охвачена. Очистка русла и береговых зон реки проводится с привлечением, как правило, общественных организаций. Низкая самоочищающая способность не позволяет в полной мере устранить загрязнение реки, отмечается заиливание русла, а накопленные в иле загрязняющие вещества, в том числе ионы тяжелых металлов, служат источником вторичного загрязнения.

Несмотря на сильное антропогенное воздействие, река Корболиха является рыбохозяйственным водоемом, и качеству воды согласно санитарным нормам предъявляются очень жесткие требования. Поэтому для сохранения экосистемы водоема необходима эффективная очистка всех сбрасываемых в нее стоков.

На площадках Зареченского рудника распространены грунтовые воды, верховодка и подземные воды. Они участвуют в обводнении горных выработок, т.е. являются источниками формирования водопритоков в шахтах. Расчетный водоприток в шахту колеблется от 12960 м<sup>3</sup>/сут. (нормальный) до 25920 м<sup>3</sup>/сут. (максимальный); фактически откачка шахтных вод ведется в объеме 10800 м<sup>3</sup>/сут. (3888 тыс. м<sup>3</sup>/год). Для откачки шахтных вод используются водоотливные установки с электронасосными агрегатами. Вода по трубопроводу подается на очистные сооружения.

В состав очистных сооружений шахтной воды входят: вихревой смеситель, две камеры хлопьеобразования, горизонтальный отстойник и установка для хлорирования воды.

Шахтная вода поступает в вихревой смеситель, куда также подается раствор известкового молока и коагулянта. Из смесителя смесь идет в камеру хлопьеобразования, далее в горизонтальный отстойник, где удаляются всплывающие (нефтепродукты) и оседающие примеси. Осадок, выпавший в отстойнике, откачивается на иловые поля. Заложенная эффективность очистки составляет: по взвешенным веществам 95%, по нефтепродуктам 50%, по азоту аммонийному 84%, азоту нитритному 92,8%, азоту нитратному 72%, железу общему 89,5%, меди 90%, свинцу 40%, цинку 90%. Годовая мощность очистных сооружений составляет 4730 тыс. м<sup>3</sup>.

Очищенная вода обеззараживается гипохлоритом натрия. Эффективность обеззараживания контролируется ЛКБФ ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Алтайском крае в городе Змеиногорске, Змеиногорском, Локтевском и Третьяковском районах».

Очищенные и обеззараженные шахтные сточные воды по трубопроводу сбрасываются в р. Корболиха.

На стадии обеззараживания воды хлором (или соединениями, содержащими активный хлор) образуются вещества, куда более токсичные, чем исходные. К таким компонентам относятся хлороформ, диоксины, полихлорированные бифенилы, тригалометаны. Данные различных исследований показывают, что образование, например, хлороформа, связано с хлорированием гумусовых веществ, присутствующих в поверхностных природных водах. Подтверждением тогда, что гумусовые вещества (главным образом низкомолекулярные

фракции фульвокислот) являются предшественниками хлороформа и других хлорорганических соединений, стали результаты прямого их хлорирования. Концентрация гумусовых веществ в природных водах часто превышает 50 мг/л и составляет основную долю общего содержания органических веществ, в том числе и в грунтовых водах.

Для исключения негативного влияния активного хлора и хлорорганических соединений на водоем, нами предлагается демонтировать хлораторную установку и использовать обеззараживание УФ-лучами.

В отличие от хлорирования, ультрафиолетовая обработка воды является более эффективной, поскольку происходит уничтожение вирусов, при этом не требуется реагентов, процесс не зависит от pH воды и температуры.

На эффективность ультрафиолетового обеззараживания воды существенно влияет наличие взвешенных веществ и других примесей, которые способны поглощать излучение данного диапазона длин волн или экранировать микроорганизмы.

Для обеспечения требований ультрафиолетовой обработки по мутности воды и содержанию взвешенных веществ, после горизонтального отстойника нами предлагается установить сетчатый фильтр.

Ультрафиолетовая обработка шахтных вод перед сбросом их в реку будет способствовать уменьшению поступления высокотоксичных органических соединений, обладающих канцерогенными, мутагенными и эмбриотоксичными свойствами. Также будет исключено использование хлорсодержащих реагентов. Таким образом, предлагаемое в работе решение соответствует современным требованиям ресурсосбережения и экологии.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РЕГЕНЕРАЦИИ ТОЛУОЛСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ

Миرونенко И.В. – студент, Лазуткина Ю.С. – к.т.н., доцент

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

Образование большого количества отработанных растворителей является серьезной проблемой для предприятий по производству лакокрасочных материалов, машиностроительного комплекса и пр. Отходы растворителей относятся к легко воспламеняющимся жидкостям, которые являются пожаро- и взрывоопасными веществами. Они имеют, как правило, 3 класс опасности и при попадании в естественные экосистемы наносят им непоправимый ущерб на несколько десятков лет.

Самым распространенным способом обезвреживания отработанных органических растворителей является их сжигание. Однако данный способ приводит к загрязнению атмосферного воздуха продуктами горения, а также к потере ценных компонентов, которые могут быть возвращены в производственный процесс.

Объектом наших исследований являются толуолсодержащие отходы (ТСО), в состав которых входят (масс. %): толуол (Т) - 42,50; этанол (Э) - 12,75; бутилацетат (БА) - 8,50; этилцеллозольв (ЭЦ) - 6,80; ацетон (Ац) - 5,95; ЛКМ- 10,00; песок - 2,00; вода (В) - 11,50. Рассматриваемая смесь образуется в производстве лакокрасочных материалов.

Целью работы является разработка экологически безопасной технологии переработки изучаемой смеси.

Основным способом разделения многокомпонентных органических смесей является процесс ректификации, поскольку он позволяет при минимальных затратах получить продукты заданного качества. Однако физико-химические свойства бинарных и тройных составляющих ТСО накладывает ряд ограничений на использование данного метода. Образование большого количества азеотропов предполагает использование специальных методов ректификации – экстрактивной или азеотропной. Литературный анализ данных показал, что в исходной восьмикомпонентной смеси образуются 7 бинарных азеотропных систем, свойства которых представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Свойства бинарных азеотропов смеси ТСО

Система	Тип азеотроп	Концентрация компонента 1, % мол.	Температура кипения азеотропа, °С
Э(1) - Т(2)	гом.	81,5	76,60
ЭЦ(1) - Т(2)	гом.	10,8	110,50
ЭЦ(1) - БА(2)	гом.	10,0	125,35
В(1) - Э(2)	гом.	10,0	78,00
В(1) - ЭЦ(2)	гом.	71,0	99,40
В(1) - БА(2)	гетер.	70,6	90,50
В(1) - Т(2)	гетер.	19,6	84,10

Изучение процесса ректификации проводилось на математической модели. Исходными данными для моделирования процесса ректификации является набор параметров бинарного взаимодействия двойных составляющих изучаемой смеси, которые рассчитываются с использованием уравнений Вильсона и NRTL на основании данных по парожидкостному равновесию.

Уравнения Вильсона использовались в программной реализации НИИНЕФТЕХИМа г. Уфа:

$$\begin{cases} \ln \gamma_1 = -\ln(x_1 + x_2 \lambda_{12}) + x_2 (\lambda_{12} / x_1 + x_2 \lambda_{12} - \lambda_{21} / x_2 + x_1 \lambda_{21}), \\ \ln \gamma_2 = -\ln(x_2 + x_1 \lambda_{21}) + x_1 (\lambda_{21} / x_2 + x_1 \lambda_{21} - \lambda_{12} / x_1 + x_2 \lambda_{12}), \end{cases}$$

где  $\gamma_1, \gamma_2$  - коэффициенты активности;

$x_1, x_2$  - составы жидких фаз;

$\lambda_{12}, \lambda_{21}$  - параметры уравнения Вильсона.

Однако уравнение Вильсона не вполне адекватно описывает ПЖР в гетерогенных системах, поэтому дополнительно было проведено математическое моделирование равновесия с использованием уравнения NRTL в программной реализации НИФХИ им. Л.Я.Карпова г. Москва:

$$\begin{cases} \ln \gamma_1 = x_{22} [\tau_{21} (G_{21} / x_1 + G_{21})^2 + \tau_{12} G_{12} / (x_2 + x_1 G_{12})^2], \\ \ln \gamma_2 = x_{12} [\tau_{12} (G_{12} / x_2 + x_1 G_{12})^2 + \tau_{21} G_{21} / (x_1 + x_2 G_{21})^2], \\ \tau_{12} = \Delta g_{12} / RT, \\ \tau_{21} = \Delta g_{21} / RT; \\ \ln G_{12} = -\alpha_{12} \tau_{12}, \\ \ln G_{21} = -\alpha_{12} \tau_{21}, \end{cases}$$

где  $\gamma_1, \gamma_2$  - коэффициенты активности уравнения NRTL;

$\tau$  - эмпирическая константа;

$G$  - полная избыточная энергия Гиббса;

$x$  - мольная доля компонента в жидкой фазе;

$\alpha_{12}$  - летучесть;

$\Delta g_{12}, \Delta g_{21}$  - параметры бинарного взаимодействия.

Результат математической обработки – параметры бинарного взаимодействия ( $\lambda_{12}, \lambda_{21}$ ) для двухкомпонентных систем исследуемой смеси представлены в таблицах 2, 3.

Критерием надежности полученных параметров бинарного взаимодействия может служить моделирование ПЖР в тройных системах и сопоставление результатов моделирования с независимо полученными экспериментальными данными.

Таблица 2 - Параметры уравнения Вильсона для бинарных составляющих изучаемой смеси

Наименование системы	Параметры Вильсона	
	$\lambda_{12}$	$\lambda_{21}$
Этанол - Толуол	0,3447	0,2810
Этанол - Вода	$0,7800 \cdot 10^{-7}$	0,5628
Толуол - Вода	$0,1200 \cdot 10^{-5}$	0,0414
Вода-бутилацетат	0,2122	0,3843
Ацетон-вода	0,2043	0,1443

Таблица 3 - Параметры уравнения NRTL для бинарных составляющих изучаемой смеси

Наименование системы	Параметры NRTL		
	$\lambda_{12}$	$\lambda_{21}$	$\alpha$
Этанол - Толуол	1,4760	0,4941	0,3
Этанол - Вода	4,8280	3,1880	0,3
Толуол - Вода	0,8036	3,0000	0,3

Таким образом, в результате математического описания экспериментальных и литературных данных в бинарных подсистемах, получена математическая модель равновесия жидкость-пар в виде набора параметров бинарного взаимодействия, которая адекватно воспроизводит особенности фазового пространства исходной смеси и позволяет описывать процесс ректификации ТСО.

## ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД НА РЕКРЕАЦИОННЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Григорова М.Ю. – студентка, Горелова О.М. – к.т.н., доцент

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

«Бирюзовая Катунь» — туристско-рекреационная особая экономическая зона (ОЭЗ), созданная для развития экологического, оздоровительного, водного, спортивного и спелеотуризма в Алтайском крае[1]. Она располагается (рисунок 1) на территории Алтайского района на левом берегу реки Катунь около горы «Красный камень» и имеет площадь 3326 га. На востоке и юге «Бирюзовая Катунь» граничит с Республикой Алтай.

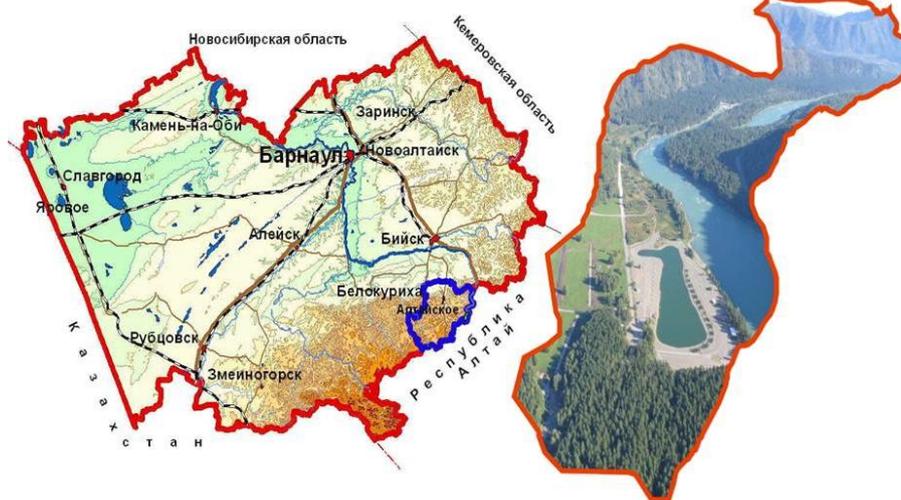


Рисунок 1 – Расположение ОЭЗ ТРТ «Бирюзовая Катунь»

В настоящее время на территории ОЭЗ функционируют: искусственное озеро для купания и рыбной ловли, 2 горнолыжных спуска, 3 круглогодичных гостиничных комплекса, парк экстремальных развлечений, объекты музейного показа. Организация и развитие

бизнеса в пределах ОЭЗ мотивируются налоговыми льготами, льготным субсидированием и бесплатным подключением к инженерным сетям.

Природные ресурсы Горного Алтая уникальны, и для сохранения их качества, а также привлекательности для туристов и инвесторов, необходима реализация природоохранных мероприятий. В частности, для защиты реки Катунь от загрязнения поверхностными и бытовыми сточными водами на стадии строительства первых объектов и элементов инфраструктуры были смонтированы очистные сооружения биологической очистки производительностью 96 м<sup>3</sup>/сут.

Учитывая перспективное развитие туризма на данной территории, ОАО «ОЭЗ» (головная организация курирующая все ОЭЗ в стране) в 2009 году начинают проектирование, а далее и строительство объекта «Канализационные очистные сооружения особой экономической зоны туристско-рекреационного типа на территории Алтайского района Алтайского края» (далее - КОС), рассчитанные на совместную очистку бытовых вод в количестве 3600 м<sup>3</sup>/сут. и ливневых вод в количестве 2000 м<sup>3</sup>/сут.

Основными стадиями технологического процесса очистки являются: удаление грубых механических примесей, биологическая очистка в аэротенках, отделение активного ила от очищенных стоков, доочистка от органических и взвешенных веществна специальной загрузке с иммобилизованной биомассой, глубокая адсорбционная доочистка от сточных растворенных органических и взвешенных веществ, обеззараживание УФ-излучением, уплотнение и обезвоживание избыточного активного ила.

Технологическая схема предусматривает обработку осадков раствором флокулянта с последующим механическим обезвоживанием. Также предполагается обеззараживание осадков сточных водовицидным препаратом «Бингсти».

На данный момент КОС не эксплуатируется в виду того, что объемы образования сточных вод на территории ОЭЗ значительно меньше, чем минимально необходимый объем стоков (1200 м<sup>3</sup>/сут.), при котором можно запустить сооружения.

В настоящее время совокупный объем ливневых и бытовых стоков на территории ОЭЗ достигает 150 м<sup>3</sup>/сутки, что также превышает мощность действующих сооружений.

Современная оценка перспективного количества резидентов, арендаторов и посетителей на территории ОЭЗ предполагает верхнюю границу объема сточных вод – 500 м<sup>3</sup>/сут., и это в летний период, тогда как в зимний всего 50 м<sup>3</sup>/сут. Таким образом, назревает необходимость модернизации вновь построенных очистных сооружений для возможности их эксплуатации при объемах образования стоков в границах – 50-500 м<sup>3</sup>/сут.

Решение данной проблемы возможно путем реконструкции неэксплуатируемых очистных сооружений.

При работе КОС с малыми объемами очищаемой воды, стоки от насосной станции подаются в существующее здание, где проходят через барабанное сито, песколовки и поступают в усреднитель, оборудованный погружными мешалками, погружными насосами и системой аэрации. Для очистки воды в зимний период, необходимо смонтировать трубопровод для подогрева стоков.

Модернизация существующей схемы связана, преимущественно, со стадией биологической очистки стоков. Предлагается дополнить схему блокомиз биореакторов, биофильтров и вторичных отстойников[2]. Производительность одного блока от 50 до 100 м<sup>3</sup>/сут. После вторичных отстойников вода будет подаваться на скорые песчаные фильтры, а далее, перед выпуском в р. Катунь, проходить обеззараживание на УФ-установке.

Обработка осадков предполагается также путем механического обезвоживания и обезвреживания овицидными препаратами, с последующим вывозом на полигон ТБО.

Предлагаемая реконструкция очистных сооружений позволит эффективно очищать сточные воды при колебании их объемов образования от 50 до 500 м<sup>3</sup>/сут., что минимизирует воздействие на реку Катунь и не уменьшит привлекательности туристической зоны.

#### Список использованных источников

1. Информационный портал ТК Бирюзовая Катунь, [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.bkatun.ru/>.
2. Станции водоподготовки, водоочистки и очистки сточных вод. Сайт управляющей компании «Промышленная группа «Генерация», [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.generation-eo.ru>.

#### ПРОБЛЕМЫ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В Г. БИЙСКЕ

Скобкова И.С. – студентка, Бельдеева Л.Н. – к.т.н., доцент

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

Проблемы обращения с бытовыми отходами в г. Бийске занимают одно из центральных мест в области охраны окружающей среды и здоровья населения.

Город Бийск является вторым по величине промышленным центром Алтая. Здесь сосредоточены предприятия энергетического, химического, машиностроительного комплексов. Крупнейшими из них являются ОАО ФНПЦ «Алтай», ФКП «Бийский олеумный завод», ЗАО НПП «Алтайспецпродукт», ОАО «Эвалар», ЗАО «Алтайвитамины», ФГУП ПО «Сибприбормаш», ОАО «Бийский котельный завод», ОАО «Бийский завод стеклопластиков», ЗАО «Бийский элеватор». В городской черте расположены муниципальные котельных, работающие на угле и газовые котельные. На сегодняшний день фиксируется большой рост автомобильного транспорта.

В городе отсутствует полигон промышленных отходов. Не имея эффективных технологий переработки, предприятия сбрасывают свои отходы вместе со сточными водами в реку Бия или на рельеф, вывозят с бытовыми отходами на городскую свалку, вследствие чего происходит попадание токсичных веществ в водоносные слои грунта и, следовательно, в питьевую воду, а при сжигании – в атмосферу.

Предприятия оборонного комплекса иногда практикуют захоронение особо токсичных отходов на своей территории без соблюдения специальных требований по охране окружающей среды, что влечет за собой непредсказуемые последствия.

По данным администрации г. Бийска в последние годы происходит существенное увеличение количества отходов, образующихся в коммунальной сфере. Образующиеся отходы практически не перерабатываются, до 95% отходов вывозится для размещения на городском полигоне ТБО. Так с 2005 года количество отходов, вывозимых на полигон увеличилось вдвое – с 380 тыс. куб.м в 2005 году до 800 тыс. куб.м в 2014 году.

Полигон твердых бытовых отходов площадью 31 га, расположен на земельном участке по адресу: г. Бийск, северо-западнее земельного участка с кадастровым номером 22:65:014101:3 на 7-ом км трассы М-52 «Бийск-Барнаул». Полигон введен в эксплуатацию в 1980 году и к настоящему моменту исчерпал свою емкость.

Санитарную очистку территории города осуществляют 6 специализированных предприятий. На балансе специализированных предприятий состоит 27 единиц специализированного транспорта для сбора и вывоза отходов, что не достаточно для города.

Ежегодно в г. Бийске проводится работа по выявлению и ликвидации несанкционированных свалок, однако их количество не уменьшается.

Для решения выявленных проблем требуется обоснование потребности в ресурсах и возможности финансирования. Наиболее целесообразно в этом случае применение программно-целевого подхода.

Согласно комплексной программе социально-экономического развития города в сфере сбора, переработки и утилизации отходов в городе Бийске приняты следующие мероприятия:

- строительство нового полигона утилизации ТБО;
- строительство комплекса по сортировке, переработке и утилизации ТБО;

- приобретение спецтехники для перевозки ТБО;
- рекультивация земель существующего полигона ТБО;
- строительство объекта для термической переработки бытовых и подобных им промышленных отходов.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЖИРОСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Кондрашова Д.А.– студент, Горелова О.М. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г.Барнаул)

Технологический процесс производства масла подсолнечного рафинированного дезодорированного на ОАО «АгроСиб–Раздолье» осуществляется в соответствии с Технологическим регламентом, требованиями СанПиН, ГОСТ Р 52465-2005 и включает в себя следующие операции: гидратацию, отбеливание, винтеризацию, дезодорацию.

При гидратации предназначена происходит удаление фосфатидов. Процесс состоит из следующих операций: обработка фосфорной кислотой; введение гидратирующего агента (вода); нейтрализация щелочью; отделение тяжелой фазы (гидрофуз или соапсток); промывка водой температурой 90—95 °С для удаления мыла; обработка лимонной кислотой для удаления следов мыла; сушка в аппаратах под вакуумом.

Дезодорация представляет собой дистилляционный процесс, осуществляемый острым паром в условиях глубокого вакуума 1,5-3,5 Мбар и высокой температуры 225-245°С. Выделяемая при этом парогазовая смесь является отходом, в большом количестве содержащим жирные кислоты.

Как при гидратации, так и при дезодорации растительного масла образуются жиросодержащие отходы, которые могут быть использованы в качестве вторичного сырья.

Соапсток - отход, образующийся в результате щелочного рафинирования растительных масел и жиров в жироперерабатывающей промышленности, относится к категории возвратных отходов. Основными компонентами его являются жиры и жирные кислоты, в частности образующиеся в результате омыления жиров свободные жирные кислоты и их натриевые соли, фосфолипиды, нейтральный жир, неомыляемые и воскоподобные вещества, красящие вещества (каротин, каротиноиды, хлорофилл и др.).

Состав соапстока в значительной степени зависит от вида используемого сырья. Так, например, подсолнечный соапсток характеризуется следующими показателями[1], % масс.: общий жир - 46, в том числе натриевые соли жирных кислот –15, нейтральный жир - 31; влага - 42; фосфолипиды - 2; мыла -7; неомыляемые вещества -3.

В зависимости от жирнокислотного состава соапстока, а также концентрации раствора щелочи изменяются свойства соапстока, в частности его структура и вязкость: чем выше содержание в соапстоках связанных жирных кислот и глицеридов, тем выше вязкость.

С практической точки зрения, важными компонентами соапстока являются жиры и высшие жирные кислоты (ВЖК), которые широко используются в перерабатывающем производстве. Основное количество этих компонентов идет на производство мыл различного назначения, поверхностно-активных веществ, синтетических высших жирных спиртов. Применяются они в горнорудной промышленности, металлообработке и строительстве. Так, остатки от разгонки жирных кислот на фракции (кубовые остатки), содержащие ВЖК с и выше, используются часто в качестве гидрофобизирующих веществ для обработки строительных материалов.

На предприятии ОАО «АгроСиб–Раздолье» также образуется соапсток, имеющий малую вязкость, содержащий около 20 % масс. Органических веществ, в том числе жиров. В настоящее время соапсток не находит внешнего спроса и не перерабатывается на данном предприятии. Это объясняется его обводненностью: содержание воды в отходе превышает 75

% масс. Соапсток является отходом 4 класса опасности и передается для обезвреживания предприятию «ЭКОФОНД» (г. Барнаул).

Использование данного отхода возможно только после его обезвоживания. Для концентрирования жиров и ВЖК соапсток обычно подвергается упариванию. В лабораторных условиях можно проводить высаливание жиров из соапстока [1]. С этой целью к 200 мл отхода добавляется 8-10 г хлорида натрия. Смесь кипятится в течение 10 мин., после чего происходит расслаивание соапстока на верхний слой из жиров и нижний, водный слой.

Для выделения ВЖК из соапстока представляет интерес использование ультрафильтрационных и обратноосмотических мембран. Ультрафильтрационные мембраны широко используются в молочной промышленности для отделения жиров молока. Наши дальнейшие исследования будут посвящены определению возможности проведения мембранного разделения соапстока с получением в качестве пермеата очищенной воды и концентрата из жиров.

Переработка соапстока позволит повысить рентабельность производства, снизить негативное влияние на окружающую среду, особенно при использовании энергосберегающих технологий, каковыми можно считать мембранные методы.

Список использованных источников

1. Шнып И. А., Слепнева Л. М., Краецкая О. Ф., Зык Н. В., Лукьянова Р. С. Способы утилизации соапстока - техногенного отхода жироперерабатывающей промышленности // Вестник БНТУ, № 2. – 2011, с.68-71

## УЛЬТРАФИЛЬТРАЦИОННАЯ ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ОТ ЖИРОВ

Даниленко М. А. – студент, Полетаева М. А. – к.т.н., доцент

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

В настоящее время молочная промышленность в нашей стране достигла больших успехов в своем развитии. Алтайский край издавна считается краем развитого сыроделия, а ассортимент и объемы производимых сыров на сегодняшний день превышают показатели других регионов. В течение последних лет регион неизменно занимает лидирующие позиции в стране по производству жирных сыров. Алтайский край производит каждую шестую тонну сыра в России [1].

В Алтайском крае действует 67 предприятий различных форм собственности, осуществляющих производство молочной продукции. Мощность предприятий по переработке сырого молока составляет свыше 1870 тыс. т молока [2].

В молочном производстве основными видами сточных вод являются производственные (около 70%) и хозяйственно-бытовые (около 30%). Стоки образуются в процессе переработки молока, мойки технологического оборудования, трубопроводов, тары и производственных помещений. В результате образуются высококонцентрированные стоки, содержащие нерастворимые хлопья белковых веществ, частицы жира, растворимый молочный сахар, растворы белковых веществ, моющих и дезинфицирующих средств. При нерациональной организации водоотведения на предприятии в стоках могут также содержаться нефтепродукты [3].

На одном из молокоперерабатывающих предприятий г.Барнаула образуются сточные воды концентрация белков, жиров, хлоридов и ПАВ в которых превышает допустимые требования, установленные Администрацией Алтайского края. Наличие в воде белков объясняется их присутствием в основном сырье – молоке, хлорид-ионы попадают в сточные воды с посолочными рассолами, фосфаты и СПАВ – при промывке оборудования от моющих и дезинфицирующих средств. Превышение показателя БПК обусловливается высоким содержанием органических соединений.

В последнее время наибольшую актуальность приобретает метод очистки рассолов от посторонней микрофлоры и прочих загрязнений с использованием процесса ультрафильтрации (УФ). Мембранная фильтрация является эффективным средством поддержания рассола на высоком санитарно-гигиеническом уровне. Использование УФ - методов является перспективным энергосберегающим направлением для очистки сточных вод от жиров.

В лаборатории кафедры ХТиИЭ была спроектирована и собрана экспериментальная установка для ультрафильтрационной очистки воды от жиров, белков и микроорганизмов. Основным элементом установки является рулонный ультрафильтрационный модуль УПМ-20, произведенный компанией «Владипор» г.Владимир. УПМ мембрана представляют собой пористые полимерные пленки на основе ароматического полисульфонамида «Сульфон – 4Т» на подложках: нетканый лавсан и полипропилен. Размер пор составляет 20 Да, благодаря этому свойству мембрана способна задерживать молекулы жиров, белков, микроорганизмов и других органических веществ со схожим размером молекул.

Объектом исследования ультрафильтрационной очистки на установке являлся модельный раствор с концентрацией в нём жира 20 мг/л, что соответствует концентрации жиров содержащихся в стоках одного из молочных предприятий Алтайского края в г. Барнауле.

Содержание жиров в воде контролировалось с использованием методики ИК-спектрофотометрии. Методика анализа была отработана на растворах с заранее известными концентрациями.

Для определения производительности мембраны проводилось четыре серии опытов; в каждой серии задавались постоянные параметры, такие как температура (t), давление (P).

Результаты экспериментов представлены графическими зависимостями производительности мембраны (G) от времени (τ) на рисунках 1 и 2.

Эксперимент по очистке модельного раствора показал, что эффект очистки от жиров составляет 99,9%.

Производительность мембраны увеличивается с увеличением температуры примерно на 17%. С течением времени производительность мембраны уменьшается, что объясняется отложением жиров на поверхности мембран и её загрязнением. Однако снижение концентрации наблюдается неодинаковое. При температуре 20 °С концентрация снижается на 9%, а при температуре 8 °С на 30%. Это объясняется животным происхождением жиров в модельном растворе и увеличением их вязкости с уменьшением температуре.

Полученные результаты легли в основу создания технологии очистки сточных вод молочного предприятия от жиров, белков и др. высокомолекулярных загрязнений с применением ультрафильтрации на рулонных мембранных элементах.

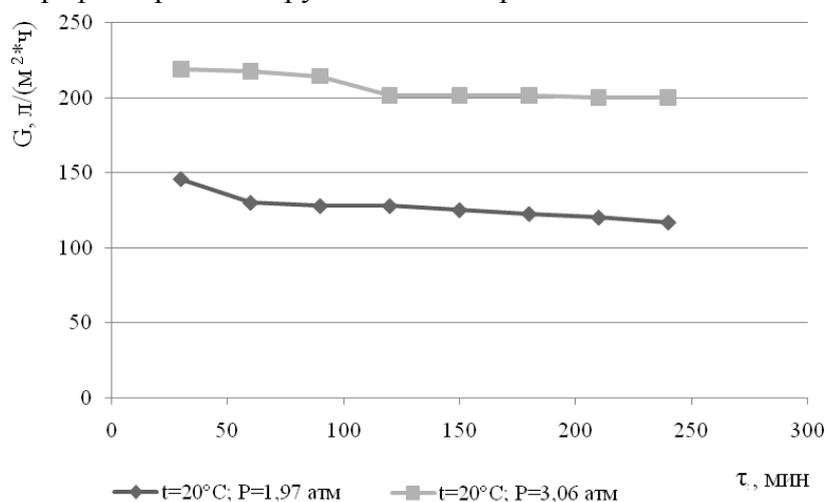


Рисунок 1 – Зависимость производительности мембраны (G) от времени (τ) при температуре 20 °С

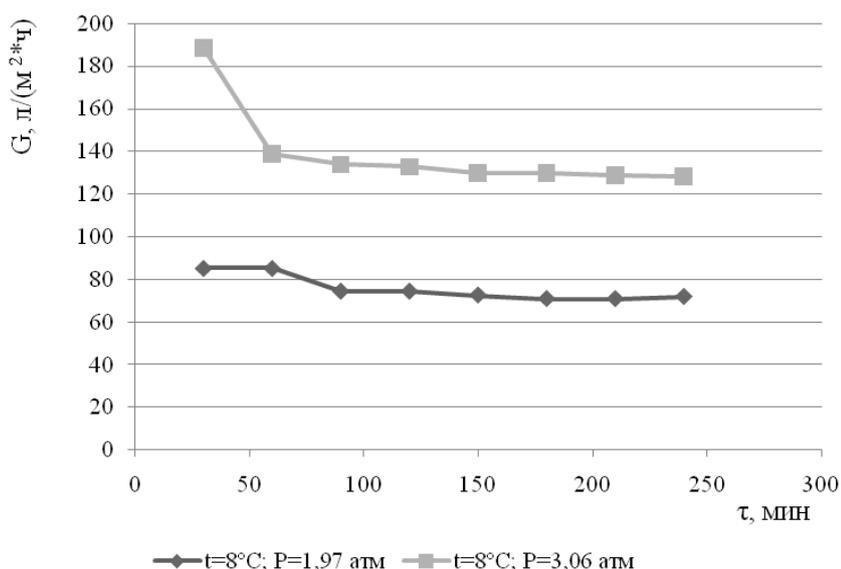


Рисунок 2 – Зависимость производительности мембраны (G) от времени (τ) при температуре 8 °С

#### Список использованных источников

1. Щетинина Е. М., Ходырева З. Р. Исследование состава и свойств молока, полученного от разных пород коз / - Барнаул. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2014. № 4 (114). 159-163 с.
2. Майоров А.М. Молочная промышленность Алтайского края: состояние и перспективы развития // - Барнаул. Сыроделие и маслоделие. 2012. №4. 4-10 с.
3. Полетаева М.А., Осадчая О.С., Рузаева Н. А. Пути решения проблемы очистки сточных вод молочного предприятия // Барнаул. Ползуновский вестник. 2013. №1, С. 273-275.

### УТИЛИЗАЦИЯ БУРОВОГО ШЛАМА

Ефименко О.С. – студентка, Горелова О.М. – к.т.н., доцент

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

Нефтедобывающая промышленность оказывает значительное негативное воздействие на все компоненты окружающей среды. В наибольшей степени оказывается нагруженной литосфера, поскольку идет разработка недр, нарушается движение литосферных флюидов, на земной поверхности размещаются отходы бурения.

Бурение кустов скважин сопровождается образованием большого количества бурового шлама, содержащего выбуренную породу, нефть, воду, буровые добавки (таблица 1).

Таблица 1 – Состав бурового шлама

Наименование компонента	Содержание, % масс.
Вода	62,90
Выбуренная порода	30,00
Нефть	5,9
Бентонитовая глина	0,6
ПАВ (неонол)	0,02
Карбоксиметилцеллюлоза	0,07
Сода кальцинированная	0,04
Буровой реагент КССБ	0,03

(лингосульфонат)	
Графит	0,03
Барит	0,02
Цемент	0,14
Гипан	0,03
НТФ	0,02
Смазочная добавка ИКБ-4ТМ	0,1

Объемы образования бурового шлама оценивается приблизительно 0,4 м<sup>3</sup> на 1 м проходки. Таким образом, при бурении 3 кустов, имеющих по 10 скважин каждый, объем образования бурового шлама составит 105 тыс. т.

Для размещения бурового шлама предусмотрены шламовые амбары.

Шламовый амбар -технологически необходимое сооружение, являющееся составляющей частью кустовой площадки, предназначенное для размещения бурового шлама не выше IV класса опасности, цементного камня, а так же для временного сбора буровых сточных вод, образующихся при бурении скважин и дождевых сточных вод, с откачкой жидкости в коллектор и аккумуляцией твердой фазы. Шламовый амбар является составляющей частью кустовой площадки, располагается параллельно линии скважин на расстоянии 21,0 м от оси направления движения станка

Конструкция шламового амбара представляет собой выемку на кустовой площадке в форме усечённой пирамиды, прямоугольной в плане, обваловку из минерального грунта на 0,5 м выше отметки отсыпки площадки по линии амбаров. Предлагаемая конструкция шламовых амбаров обеспечивает экологически безопасное ведение работ. Предотвращение распространения загрязнений за пределы кустовых площадок с размещенными на них шламовыми амбарами осуществляется за счет конструктивных решений и природоохранных мероприятий: изоляции грунта полиэтиленовой пленкой В1, обваловки шламонакопителя и др.

По окончании проведения буровых работ шламовые амбары подлежат рекультивации, которая предполагает засыпку грунтом, покрытие плодородным слоем и посев многолетних трав. Рекультивированные шламовые амбары могут использоваться по истечении 15 лет в качестве сельхозугодий.

Нами предлагается обезвреживание бурового шлама по технологии, разработанной Институтом экологической безопасности (г. Курск)[1]. Отходы, содержащие нефтепродукты взаимодействуют с реагентом «Эконафт», при этом происходит снижение класса опасности, а образовавшийся материал можно использовать в дорожном строительстве и цементировании скважин.

Предложенная технология нацелена исключить шламовые амбары, размещая буровой шлам в промежуточные накопительные емкости, к которым будет подключаться установка «ЭКО-5», состоящая из шнекового смесителя для приготовления «Эконафта», молотковой дробилки для подготовки отходов, шнековых и ленточных конвейеров, бункеров для сырья и продукта.

Из накопителей шлам шнековым транспортером подается в молотковую дробилку, после чего смешивается с препаратом «Эконафт». Обезвреженный буровой шлам накапливается в бункере и реализуется потребителям.

Реализация данной технологии требует предварительной отработки на пилотных и полупромышленных установках. В случае успешной апробации, внедрение предложенной схемы утилизации бурового шлама позволит получить как экологический эффект, так и экономический, поскольку устройство, эксплуатация и рекультивация шламовых амбаров являются очень затратными мероприятиями для предприятия.

Список использованных источников

1. Механизированный мини завод переработки нефтемаслоотходов и нефтешлама «ЭКО-5», Официальный сайт «ИНСТЭБ». Режим доступа <http://www.insteb.ru/catalogue/18.html>

## РЕШЕНИЯ ПО КОМПЛЕКСНОЙ ОЧИСТКЕ ХРОМСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Оразбеков М.К. – студент, Обухова У.С. – студент, Лазуткина Ю.С. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Гальваническое производство – это отрасль промышленности, занимающаяся нанесением защитных или декоративных покрытий на металлические и неметаллические изделия (цинкование, никелирование, оксидирование, хромирование). Основными трудностями данных производств является их энергоемкость и сложность обработки сточных вод. Они характеризуются высокой концентрацией ионов тяжелых металлов, для удаления которых используют отстаивание, фильтрование, нейтрализацию, химическое осаждение, коагуляцию, сорбцию и т.д.

Используемая для гальванического производства вода представляет собой жидкость, наполняющую промывные ванны. В зависимости от типа покрытия, эта вода должна соответствовать определенным показателям. Так, ее солесодержание не должно превышать 1 – 5 мг/л. Стоит заметить, что данную жидкость следует постоянно обновлять. Чтобы обеспечить обновление промывных ванн часто применяются установки обратного осмоса.

На предприятии ОАО «ХК «Барнаульский станкостроительный завод» установлена технологическая линия по хромированию металлических деталей. В результате образуются сточные воды, содержащие ионы  $\text{Cr}^{3+}$  в количествах, превышающих ПДК для сброса в водные объекты. Решение проблемы заключается в создании экологически безопасных технологий нанесения гальванопокрытий и очистки сточных вод, при которых достигается наименьший расход цветных металлов и минимальное негативное воздействие на окружающую среду.

Целью нашей работы является совершенствование существующей на ОАО «ХК «Барнаульский станкостроительный завод» обратноосмотической установки, предназначенной для удаления ионов хрома из сточной воды.

Сточные воды из гальванического цеха поступают на фильтр предварительной очистки для удаления взвешенных веществ и нефтепродуктов. Фильтр работает без регенерации, замена фильтрующего материала осуществляется 1-2 раза в год в зависимости от степени загрязнения. После фильтра вода подается на установку обратного осмоса, где очищается от соединений хрома и солей. Очистка осуществляется с помощью рулонных мембранных элементов с турбулентным потоком воды внутри него. Такое движение очищаемой жидкости обеспечивает большую степень очистки воды от минеральных солей, низкий перепад давления и большую производительность. По мере необходимости осуществляется очистка мембран химическим методом.

Собираемые с обратноосмотических установок концентраты обрабатывают раствором метилбисульфита натрия с целью перевода ионов  $\text{Cr}^{6+}$  в ионы  $\text{Cr}^{3+}$ .

Технологической схемой предусмотрена обратноосмотическая установка для обессоливания водопроводной воды, которая подпитывает бак с очищенной водой с целью компенсации потерь на ее испарение и утилизацию с концентратом. В схеме также предусмотрена рециркуляция концентрата через механический фильтр.

Основным недостатком описанной схемы является отсутствие способа регенерации отработанных фильтров, которые отправляются на утилизацию.

Таким образом, в качестве технического усовершенствования существующей схемы очистки сточных вод предлагается заменить установленные сорбционные фильтры с активированным углем на фильтры с ионообменными волокнами, что продлит срок их службы и снизит количество твердых металлосодержащих отходов.

## ПОЛУЧЕНИЕ НОВЫХ ЭФФЕКТИВНЫХ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Мицкий А.С. – студент, Богаев А.В. – аспирант, Горелова О.М. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г.Барнаул)

Загрязнение природных водоемов влияет на их экологические системы, а также увеличивает затраты при водопотреблении, поскольку стадия водоподготовки становится обязательной.

Ежегодные отчеты о состоянии окружающей среды в Алтайском крае показывают превышение допустимых нормативов по содержанию в воде водоемов нефтепродуктов, солей тяжелых металлов. Высокое содержание ионов металлов (меди, цинка, никеля и др.) связано со сбросом предприятиями, преимущественно, машиностроительной отрасли, сточных вод с превышением допустимых нормативов. Загрязненность нефтепродуктами можно объяснить не только сбросом нефтесодержащих производственных стоков, но и неочищенных ливневых вод. Для снижения техногенного воздействия необходима очистка сточных вод, сливаемых в водоемы, от вышеуказанных примесей.

Удаление ионов тяжелых металлов и нефтепродуктов при локальной очистке стоков может проводиться методом адсорбции.

Несмотря на то, что сорбционные материалы широко распространены, производятся и используются в больших объемах, активно ведутся работы по поиску новых сорбентов, эффективных, универсальных и имеющих относительно низкую стоимость. Получать подобные адсорбенты можно на основе отходов растительного происхождения, например из скорлупы ореха кедровой сосны Сибирской [1].

Скорлупа кедровых орехов – многотонажный отход переработки растительного сырья в республике Алтай. Ежегодно объемы его образования составляют около 3106,85 т.

Данный отход уже давно находит широкое применение в качестве витаминно-минеральной кормовой добавки и почвенного удобрения, а также может быть использован в качестве сырья для производства уксусной кислоты, древесного спирта, ацетона, краски для кожаных изделий, как добавка в асфальтобетонные покрытия и т.п. Одним из направлений утилизации можно считать получение активированных углей. Скорлупа кедрового ореха является пористой, обладает высокой механической прочностью, ее структура схожа со скорлупой кокосового ореха.

Цель работы – получение новых сорбционных материалов, преимущественно активированных углей, для очистки воды на основе скорлупы кедрового ореха (СКО), с добавлением бентонитовой глины, асбеста, базальтовых волокон. Также нами рассматриваются различные неорганические соединения в качестве агентов химического активирования углей.

Получение активированных углей проводилось методом химической активации. Сырье обрабатывалось агентами активации, после чего подвергалось карбонизации на лабораторной установке [2]. Для химической активации углей из скорлупы кедрового ореха (СКО) использовались реагенты, способные разлагаться при нагреве с образованием газов или при обработке органической массы образовывать продукты с подобными свойствами.

Скорлупа обрабатывалась растворами гидроксидов калия, хлорида аммония, хлорида кальция, мочевины, гидрофосфата калия, гидрокарбоната натрия, соляной кислоты.

Для полученных сорбентов проводилось определение сорбционной емкости по йоду (содержание микропор, ГОСТ 6217–74), метиленовому синему (содержание мезопор, ГОСТ 4453-74), ионам меди, нефтепродуктам. Были изучены также: механическая прочность, зольность, насыпная плотность, влажность. Для сравнения свойств, испытаниям также подвергался карбонизат – уголь, полученный из скорлупы, необработанной агентами активации. Результаты исследования сорбционной емкости по йоду представлены на рисунке 1.

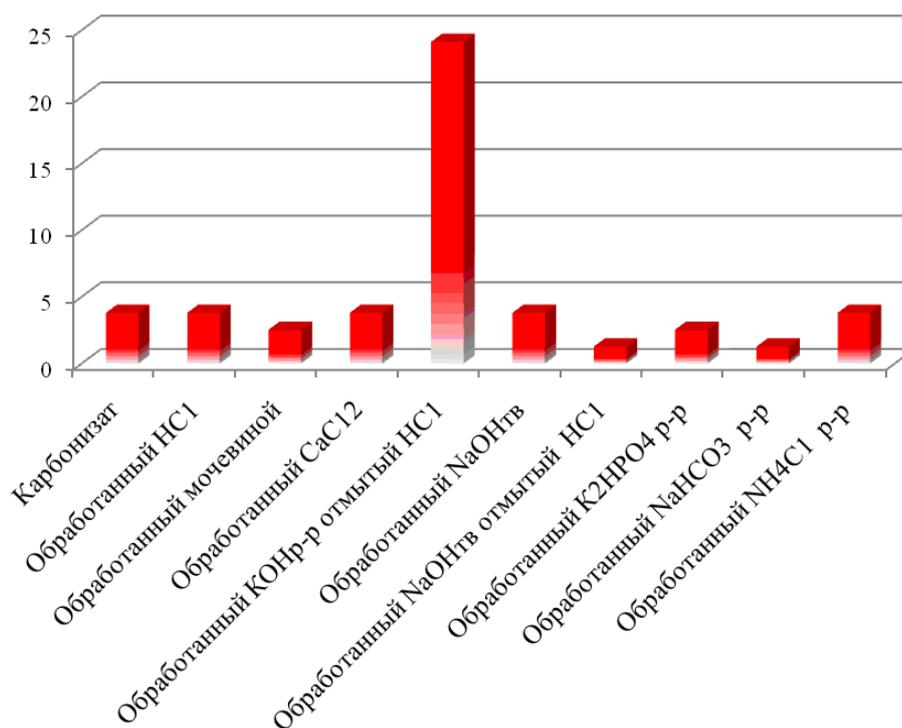


Рисунок 1 - Адсорбционная емкость углей по йоду, (мг/г)

Из диаграммы видно, что наилучшей сорбционной емкостью по йоду обладает уголь, активированный гидроксидом калия, следовательно, в нем наибольшее содержание микропор. Остальные сорбенты не обладают выраженной сорбционной активностью.

Еще одним направлением получения сорбентов из СКО было добавление в нее перед карбонизацией с твердых минеральных добавок: бентонитовой глины, асбеста, базальтовых волокон.

При смешении скорлупы с асбестом в различных соотношениях и последующей карбонизации получали активированный уголь, имеющий высокие значения сорбционной емкости по йоду, ионам меди и нефтепродуктам. Были установлены массовые соотношения СКО и асбеста в смеси, при которых уголь имеет наилучшие сорбционные свойства. Способ получения органо-минерального сорбента из СКО и асбеста является «ноу-хау» АлтГТУ.

Использование скорлупы кедрового ореха для получения сорбционных материалов обеспечивает ее утилизацию, а очистка воды с помощью новых сорбентов способствует снижению негативного техногенного воздействия на гидросферу.

#### Список использованных источников

1. Горелова О.М. Получение органо-минерального сорбента на основе скорлупы кедрового ореха / О.М. Горелова, А.В. Богаев, Н.Н. Телегина // Ползуновский вестник. – 2014. - № 3. – С. 214-216.
2. Богаев А.В. Изучение закономерностей процесса пиролиза скорлупы кедрового ореха и получение на ее основе активированного угля с заданными свойствами / А.В. Богаев, О.М. Горелова, Э.С. Курочкин // Ползуновский вестник. – 2014. - № 3. – С. 217-220.