

# ОЧИСТКА МЕДЬСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ЛУЗГИ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Тимонина А.В. – студент, Пушкирева К.И.– студент, Осокин В.М. – аспирант,  
Сомин В.А. – к.т.н., доцент

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

Сточные воды, содержащие соединения металлов, образуются на многих предприятиях Алтайского края, имеющих гальваническое производство. Очистка таких стоков представляет собой сложную технологическую задачу, а выбор метода очистки определяется исходя из обеспечения высокой эффективности и экономической рентабельности. Поэтому в настоящее время актуальным направлением исследований является разработка новых технологий, позволяющих эффективно извлекать загрязнения с минимальными затратами. В частности, для замены традиционных дорогостоящих сорбентов могут быть использованы материалы, созданные на основе отходов различных отраслей производства. Так, для очистки стоков все большее применение находят отходы агропромышленного комплекса – солома злаковых культур, шелуха гречихи, риса, лузга подсолнечника, свекловичный жом, скорлупа арахиса и другие, которые могут с успехом использоваться для извлечения из воды самых разнообразные соединений, в том числе тяжелых металлов.

Нами в качестве сырья для производства сорбентов была использована лузга подсолнечника, в больших количествах образующаяся на перерабатывающих предприятиях Алтайского края.

Первоначально была изучена сорбционная емкость в статических условиях лузги как необработанной, так и модифицированной растворами соляной и ортофосфорной кислот (0,5 Н) и гидроксида натрия (500 мг/л), для чего были наведены модельные растворы сульфата меди с концентрациями от 10 до 1700 мг/л, в которые помещался исследуемый материал количеством 1 г и после установления равновесия раствор анализировался на ионы меди. В результате проведенных исследований были получены следующие данные.

Лузга подсолнечника	Сорбционная емкость, мг/г
Немодифицированная	25
Модифицированная HCl (0,5 Н)	30
Модифицированная H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub> (0,5 Н)	33
Модифицированная NaOH (500 мг/л)	30

Таким образом, на основании анализа полученных данных было выявлено, что сорбенты на основе лузги подсолнечника обладают высокой сорбционной способностью в широком диапазоне концентраций, при этом большей емкостью обладает материал, модифицированный 0,5 Н раствором ортофосфорной кислоты. Поэтому для дальнейших исследований использовалась лузга подсолнечника, модифицированная 0,5 Н раствором ортофосфорной кислоты.

Далее нами были проведены исследования по изучению эффективности очистки воды по соединениям меди в динамических условиях. 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 были получены следующие зависимости (рисунок 1).

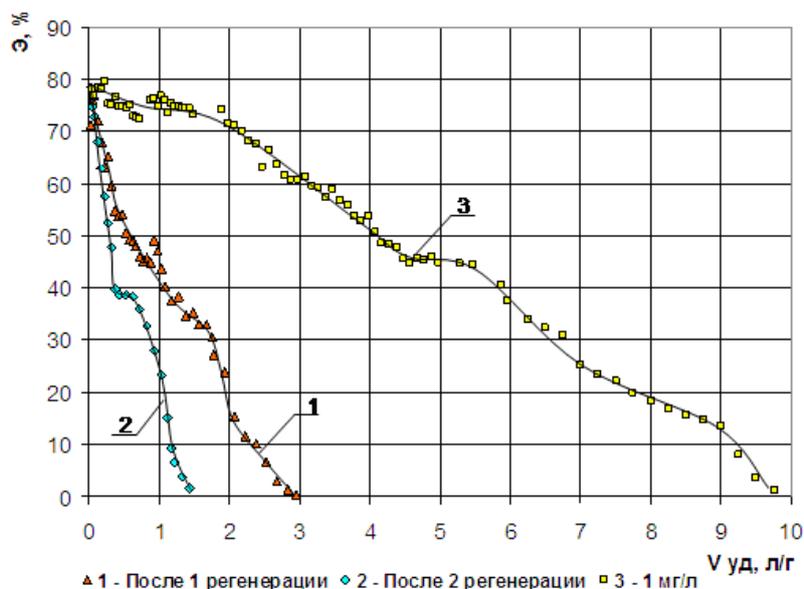


Рисунок 1 – Зависимость эффективности очистки воды ( $C_{нач}=1$  мг/л) от удельного объема пропущенного раствора на фильтре из модифицированной  $H_3PO_4$  лузги

Как видно из рисунка 1, максимальная эффективность для сорбента до и после проведения регенераций составляет около 78 %, при этом для свежеприготовленного отмечен значительный объем пропущенного раствора (0,8 л/г) по отношению к сорбентам после первой (3 л/г) и второй (1,5 л/г) регенераций.

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 ортофосфорную кислоту.

## ЗАЩИТА ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

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

Загрязнения окружающей среды напрямую связаны с производством и потреблением энергии, а также с энергетическими процессами, используемыми при производстве промышленной продукции. Выбросы дымовых газов, тепловые сбросы в водоемы, загрязнения канцерогенными и ядовитыми газами, разливы нефти на поверхности морей и океанов, задымление и запыление воздуха городов, отвалы шлака на больших территориях – все это побочный результат человеческих усилий, направленных на получение и использование энергии.

Энергетика загрязняет литосферу и прямо, и косвенно. К факторам прямого загрязнения можно отнести гидросооружения, шлакоотвалы, склады угля, хранилища нефтепродуктов, а также загрязнения на территориях добычи топлива. Фактором косвенного загрязнения от энергетики являются продукты сгорания топлив, которые рассеиваются в атмосфере и создают высокий потенциал загрязнений приземного слоя атмосферы.

Энергетика дает значительные выбросы вредных веществ при работе на твердом топливе - угле. В энергетическом балансе страны более 70% вырабатываемой энергии приходится на долю ТЭЦ. Кроме того, с каждым годом в электроэнергетике расширяется потребление низкокачественных углей, добываемых наиболее дешевым открытым способом, при сжигании которых образуется повышенное количество золы. Эти обстоятельства

свидетельствуют об исключительной важности решений проблемы наиболее полной очистки отходящих газов ТЭЦ от золы.

В настоящее время для очистки дымовых газов ТЭЦ используются различные типы золоулавливающих аппаратов: сухие инерционные золоуловители, мокрые золоуловители, электрофильтры.

Выбор типа золоуловителей производится в зависимости от требуемой степени очистки, возможных компоновочных решений, технико-экономического сравнения вариантов установки золоуловителей различных типов. Степень очистки дымовых газов от золы должна быть не менее 90%.

При повышенном требовании к очистке выбросов в качестве золоуловителей применяются электрофильтры со степенью очистки газов 96%; мокрые золоуловители типа скруббера с трубой Вентури со степенью очистки газов до 97–98%. Применение мокрых золоуловителей не допускается, если общее содержание оксида кальция в летучей золе более 20%.

Газоходы перед и после золоуловителей, их компоновка должны обеспечивать равномерную раздачу дымовых газов по аппаратам при минимальном сопротивлении газового тракта и исключать отложения в них золы.

Процесс золоулавливания в мокрых газоочистных аппаратах сопровождается процессами абсорбции и охлаждения газов.

Более высокая степень улавливания достигается при применении мокрых скрубберов с устройством для предварительного увлажнения газа (например, с предварительно включенным коагулятором в форме трубы Вентури). В отечественной практике широкое применение получили два типа мокрых золоуловителей с трубой Вентури: золоуловитель МВ-УО ОРГРЭС и золоуловитель МС-ВТИ. Первый тип золоуловителя выполняется с вертикальным и горизонтальным расположением трубы прямоугольного сечения.

Мокрые золоуловители могут применяться при температурах от 130 до 200°С. Температура дымовых газов за мокрыми золоуловителями при любых режимах работы котлов должна превышать температуру точки росы газов по водяным парам не менее чем на 15°.

На ОАО «Барнаульская Генерация» (ТЭЦ-2) основным типом газоочистного оборудования являются мокрые золоуловители типа МВ-УО ОРГРЭС, существующая степень очистки у которых не позволяет достигнуть санитарно-гигиенических нормативов качества воздушной среды. В связи с этим актуальным является разработка технологии интенсификации мокрого золоулавливания, внедрение эффективных ресурсосберегающих режимов работы аппаратов газоочистки, снижение водопотребления скрубберов.

На основании проведенного анализа существующих малозатратных технических решений, обеспечивающих повышение эффективности золоулавливания, нами предусмотрена установка перед конфузорами труб Вентури завихряющей решетки, которая способствует дополнительной турбулизации пылегазового потока и улучшению условий коагуляции частиц золы на водяные капли. На входном газоходе каплеуловителя после трубы Вентури устанавливается направляющая поворотная лопатка, которая способствует прижатию зологазоводяного потока к стенке каплеуловителя и препятствует попаданию его в центральную зону аппарата.

Направляющая поворотная лопатка представляет собой закрепленную на подвижной оси вертикальную лопатку облегченной конструкции. Она фиксируется в положении, обеспечивающем максимальную эффективность золоулавливания при оптимальном сопротивлении золоуловителя.

Предложенные решения позволяют при минимальном переносе существующего оборудования, незначительных затратах на дополнительные конструктивные элементы и сохранении существующей схемы удаления золы увеличить эффективность золоулавливания до 97 %, что позволит обеспечить установленные для предприятия нормативы предельно-допустимых выбросов по золе.

# ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ БЕНТОНИТОВЫХ ГЛИН ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМЫ ВОДОПОДГОТОВКИ ПРЕДПРИЯТИЯ

Козырева А.О. – студент, Черкасов А.С. – аспирант, Куртукова Л.В. – к.т.н., ассистент,  
Сомин В.А. – к.т.н., доцент

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

На промышленных предприятиях вода расходуется на хозяйственно-питьевые, технологические нужды, в частности для охлаждения оборудования, получения тепловой энергии и др. Для целей водопользования необходимо осуществлять подготовку воды в зависимости от назначения.

При использовании воды для получения тепловой энергии на котельной ООО «Барнаул РТИ» особое внимание уделяется жесткости воды. Большинство применяемых в настоящее время сорбентов и ионитов обладают высокой эффективностью удаления соединений жесткости, однако имеют ряд недостатков: высокая стоимость, трудность утилизации регенерационных растворов и необходимость тщательной предварительной подготовки воды. Поэтому существенный интерес для развития сорбционных методов представляет поиск наиболее дешевых сорбционных материалов.

Нами предложено использовать для удаления соединений жесткости пенополиуретан модифицированный содоактивированной бентонитовой глиной.

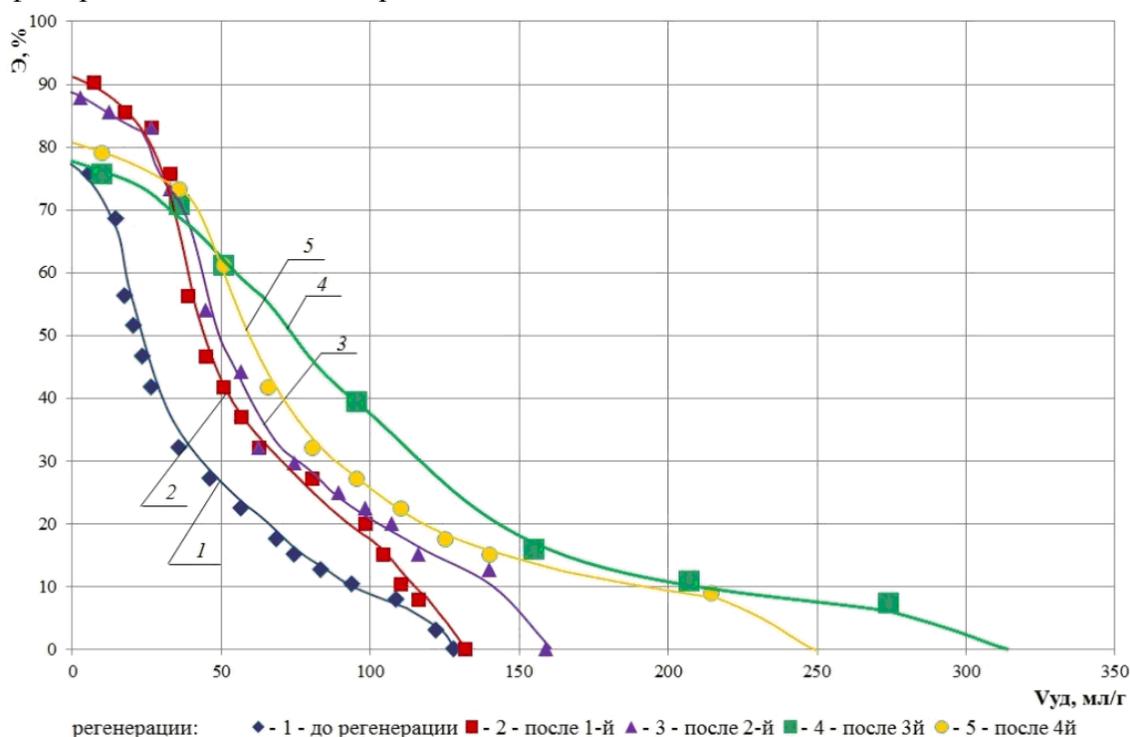


Рисунок 1 – Зависимость эффективности извлечения (Э) ионов жесткости от удельного объема пропускаемого модельного раствора ( $V_{уд}$ )

Для определения эффективности извлечения ионов жесткости в динамических условиях сорбционная колонка диаметром 5,30 см и высотой 19,50 см загружалась сорбционным материалом на высоту 17,50 см, содержащим 33,57 г содоактивированного бентонита Милосского месторождения. Через колонку пропускался модельный раствор с содержанием ионов жесткости 10 мг-экв/л со скоростью 1 м/ч. Пробы фильтрата отбирались через 100 - 500 мл пропущенного раствора и в них определялось остаточное содержание ионов жесткости титриметрическим методом с применением трилона Б при pH 10 в присутствии индикатора.

Для восстановления сорбционной способности данного сорбента после пропуска модельного раствора проводили его регенерацию 5 %-м раствором гидрокарбоната натрия.

На регенерированном сорбенте также изучили эффективность извлечения ионов жесткости в зависимости от удельного объема раствора ( $V_{уд}$ ).

При фильтровании через чистый сорбент наблюдается эффективность 77 % в первых порциях раствора, прошедших очистку. Максимальная эффективность очистки достигается после первой регенерации при пропуске первых порций раствора – 90 %, в дальнейшем эффективность постепенно падает с каждой очередной регенерацией, а количество пропущенного объема, при котором эффективность падает до нуля, наоборот несколько растет.

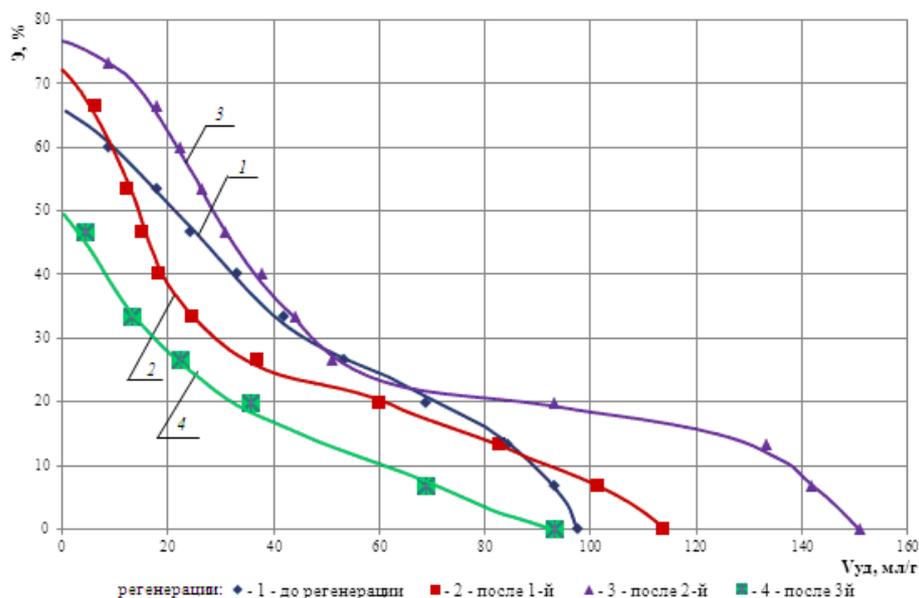


Рисунок 2 – Зависимость эффективности извлечения ( $\mathcal{E}$ ) ионов жесткости от удельного объема пропускаемой воды ( $V_{уд}$ )

Такие же исследования были проведены при очистке воды, взятой со скважины завода ООО «Барнаул РТИ», с начальным содержанием ионов жесткости 4 мг-экв/л.

При фильтровании через чистый сорбент наблюдается эффективность 66 % в первых порциях воды, прошедших очистку. После проведения регенераций эффективность очистки в первых порциях отфильтрованной воды постепенно увеличивается и при третьей регенерации достигает своего максимума – 77 %, при дальнейшей регенерации эффективность значительно падает. Такая же тенденция наблюдается относительно количества пропущенного объема, при котором эффективность падает до нуля.

Также была определена полная динамическая емкости методике ГОСТ 20255.2-89.

Таблица 1 – Значение полной динамической обменной емкости

Обменная емкость $D_p$ , мг-экв/г	Регенерации				
	до регенерации	после 1-й	после 2-й	после 3-й	после 4-й
модельный раствор	0,34	0,51	0,62	0,84	0,71
вода из скважины	0,11	0,14	0,15	0,05	-

Наибольшая полная обменная динамическая емкость сорбента достигается для модельного раствора после проведения третьей регенерации (0,84 мг-экв/г), а для воды, взятой из скважины, после второй регенерации (0,15 мг-экв/г).

Проведенные исследования по регенерации полученного материала показали высокую эффективность восстановления его сорбционных свойств по ионам жесткости, он может быть неоднократно отрегенирован.

## ОЦЕНКА ВЕТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Бетц С.А. - студент, Сеселкин И.В. – к.т.н., доцент

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

В современном мире многие государства понимают необходимость развития альтернативной энергетики и активно поддерживают развитие этой отрасли. Ветроэнергетика является бурно развивающейся отраслью, так в конце 2012 года общая установленная мощность ветрогенераторов составила 282,6 ГВт.

За рубежом в настоящее время накоплен богатый опыт использования ветровой энергии, Россия же сейчас находится только в самом начале использования возобновляемых источников энергии в целом и ветроэнергетики в частности [1].

Доля выработки электроэнергии ВЭУ в России составляет менее 0,01% от общей выработки в стране. К настоящему моменту в стране имеется около 10 крупных ветропарков (общей мощностью 16,8 МВт), на долю которых приходится около 90% суммарной мощности. Кроме того функционирует около 1600 малых ветроэнергетических установок (ВЭУ), мощностью от 0,1 до 30 КВт.

Важность развития ветроэнергетики в нашей стране определяется тем, что 70% территории России, где проживает 10% населения, находится в зоне децентрализованного энергоснабжения, которая практически совпадает с зоной потенциальных ветроресурсов (Камчатка, Магаданская область, Чукотка, Сахалин, Якутия, Бурятия, Таймыр и др.). Преимущество использования энергии ветра в этих районах заключается в том, что максимальная средняя скорость здесь приходится на осень и зиму – периоды наибольшей потребности в электроэнергии и тепле.

Рынок ветроэнергетики в России имеет высокий потенциал развития, который характеризуется значительными ветроэнергетическими ресурсами:

- общий ветропотенциал страны оценивается в 2000-3000 ТВтч/год;
- экономический ветропотенциал оценивается в 200-300 млрд кВтч/год;

Для освоения экономического ветропотенциала требуется строительство ВЭС суммарной установленной мощностью 100-150 ГВт, при этом для размещения установок потребуются участки земли общей площадью около 1 % территории страны.

На форуме «Атомэкспо-2012» озвучено, что к середине 2012 года в России уже существовало *проектов* ветряных электростанций общей мощностью 10 Гигаватт.

Важными особенностями Сибирского региона являются большое рассредоточение потребителей тепловой и электрической энергии, неравномерное ее потребление в течение года и отсутствие собственных источников энергии. Средняя плотность населения, проживающего на территории Алтайского края - 15,8 чел. на км<sup>2</sup>. Для ряда сельских районов этот показатель снижается в 6,5-7 раз (Чарышский, Солтонский, Угловский и др. районы). Низкая плотность населения и производственных объектов делает экономически невыгодным создание в этих районах разветвленных систем централизованного электро- и теплоснабжения, как следствие, значительно повышаются затраты на транспортировку топлива.

Потребителями энергии ветра на территории региона могут быть фермерские и крестьянские хозяйства, предприятия малого и среднего бизнеса, туристические объекты и иные объекты рекреационной инфраструктуры.

Согласно Генеральной схеме размещения ветроэнергетических станций Российской Федерации, одной из перспективных территорий является юг Западной Сибири, в частности западная часть Алтайского края. Алтайский край является одним из самых перспективных регионов Сибири по потенциалу ветровой энергии. Существующие технологии позволяют строить генераторы различной мощности, а также энергетические парки сравнимые по мощности с крупными ТЭЦ.

Ветроэнергетический потенциал в северо-западных районах края позволяет строить эффективные ветроэнергетические станции, мощность которых в 1,5 раза превышает средний европейский показатель.

По данным, приведенным в таблице 1, установлено, что наибольшие скорости ветра наблюдаются в районах Кулундинской степи (ст. Рубцовск, Славгород).

Таблица 1 – Среднемесячные и среднегодовые скорости ветра на территории Алтайского края, м/с

Станция	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Период наблюдений 1936-1980 гг.													
Барнаул	3,6	3,5	3,1	3,7	3,5	2,9	2,3	2,5	2,5	3,4	4,1	3,0	3,2
Бийск- Зональная	3,0	2,9	3,2	3,4	3,4	2,8	2,3	2,3	2,5	3,0	3,4	3,1	2,9
Рубцовск	5,9	5,8	5,4	5,3	5,3	4,7	3,9	3,8	4,2	5,4	6,1	6,3	5,2
Славгород	5,1	4,9	5,1	4,9	5,0	4,3	3,7	3,6	3,8	4,6	5,0	5,0	4,6
Тогул	3,7	3,6	3,8	4,1	4,5	3,6	2,9	3,0	3,5	4,3	4,5	4,0	3,8
Период наблюдений 2005—2011 гг.													
Барнаул	1,4	1,9	2,3	2,2	2,3	1,7	1,5	1,6	1,8	2,1	2,4	2,2	1,9
Бийск- Зональная	1,5	1,9	2,0	2,5	2,3	1,9	1,5	1,5	1,6	1,9	2,3	2,1	1,9
Рубцовск	3,6	4,0	4,3	4,1	4,3	3,8	3,1	3,3	3,4	3,6	4,5	4,4	3,9
Славгород	2,7	3,2	3,6	3,6	3,4	3,0	2,8	3	3,2	2,8	3,3	3,3	3,2
Тогул	2,4	2,5	2,7	2,7	2,8	2,3	2,2	2,3	2,5	2,6	2,9	2,7	2,5

Преобладающим направлением ветра на территории Алтайского края в среднем за год является юго-западное, лишь в юго-западных районах - южное и юго-западное. Повторяемость штилей, которые ограничивают использование ВЭУ, на равнинной территории Алтайского края невелика и составляет от 2 до 22% [1].

В Алтайском крае наиболее благоприятными для размещения ВЭУ малой и средней мощности являются юго-западные (ст. Рубцовск) и северо-западные (ст. Славгород) районы края, для работы ВЭУ малой мощности - северо-восточный район (ст. Тогул).

Как известно, ветроэнергетическая установка (ВЭУ) стартует (самораскручивается) при порывах ветра 3,5 м/с; выработка энергии начинается при скорости ветра 4 м/сек. Для энергетического использования ветрового потока необходимо знать удельную кинетическую энергию ветрового потока  $P_y$ , т. е. энергию воздушной массы плотностью  $\rho$ , (кг/м<sup>3</sup>), имеющей скорость  $V$ , (м/с):

$$D_0 = \frac{\rho \cdot V^3}{2}$$

В таблице 2 представлены результаты расчёта удельной мощности ветрового потока на территории Алтайского края.

Таблица 2 – Удельная мощность ветрового потока на территории Алтайского края, Вт/м<sup>2</sup>

Станция	Месяц												Год
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	
Барнаул	54,1	49,7	34,5	58,7	49,7	28,3	14,1	18,1	18,1	45,6	79,9	31,3	38,0
Бийск- Зональная	31,3	28,3	38,0	45,6	45,6	25,5	14,1	14,1	18,1	31,3	45,6	34,6	28,3

Рубцовск	238, 2	226, 3	182, 6	172,7	172, 7	120, 4	68, 8	63, 6	85, 9	182, 6	263, 3	290, 0	163, 1
Славгород	153, 8	136, 5	153, 9	136,5	145, 0	92,2	58, 7	54, 1	63, 6	112, 9	145, 0	145, 0	112, 9
Тогул	58,7	54,1	63,6	79,9	105, 7	54,1	28, 3	31, 3	49, 7	92,2	105, 7	74,2	63,6

Годовые значения удельной мощности ветрового потока выше 50 Вт/м<sup>2</sup> (таблица 2) наблюдаются на юго-западе Алтайского края (ст. Рубцовск), северо-западе (ст. Славгород) и северо-востоке (ст. Тогул). Если отмечается удельная мощность ниже 50 Вт/м<sup>2</sup>, то такие территории бесперспективны для развития ветроэнергетики любой мощности. В годовом ходе более высокие значения удельной мощности наблюдаются в марте-мае и в ноябре-декабре [2].

Администрация Алтайского края, ОАО "МРСК Сибири", ОАО "Алтайэнергосбыт" и ООО "Вент Рус" подписали соглашение о взаимодействии в области развития ветроэнергетики на территории Алтайского края. В рамках соглашения московская компания ООО "Вент Рус" должна построить в Славгородском и Кулундинском районах края три ветропарка суммарной мощностью по 50 МВт каждый. Как сообщили в краевом управлении по промышленности и энергетике, проект будет реализовываться только за счет инвесторов. Планируется устанавливать ветрогенераторы французской компании Satarem. Эти генераторы могут вырабатывать электроэнергию уже при скорости ветра в 3 метра в секунду. С июля 2009 года проводятся измерительные работы в местах будущего размещения ВЭУ, однако, до настоящего времени строительство ветроэнергетических установок пока не ведётся.

#### Список использованных источников:

1. Севастьянова Л.М., Никольченко Ю.М. Потенциальные ветро- и энергетические ресурсы в алтайском крае. Вестник Томского государственного университета, 2012, № 365. с. 187 – 193.
2. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3: Многолетние данные. СПб.: Гидрометеиздат, 1993. Выпуск 20, ч. 1 – 817 с.

#### РАЗРАБОТКА СХЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ МЕЖМУНИЦИПАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ В АЛЕЙСКОМ РАЙОНЕ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

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

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

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

Повышение уровня жизни людей привело к существенному увеличению объемов образования твердых бытовых отходов. С увеличением услуг рынка значительно изменился качественный и количественный состав отходов. Это ведет к дальнейшему обострению экологических и экономических проблем, обусловленных ростом количества твердых бытовых отходов.

С другой стороны, отходы содержат большое количество ценных компонентов, которые могут использоваться повторно: бумагу, картон, пищевые отходы, дерево, металл (черный и цветной), текстиль, кости, стекло, кожу, резину, полимерные материалы.

Вторичная переработка дает экономический эффект, позволяет сохранять ресурсы, сокращать площади, занятые под полигоны захоронения отходов, а также улучшать эффективность мусоросжигания за счет удаления из общего потока отходов несгораемых

материалов. К настоящему моменту разработаны эффективные технологии переработки практически всех образующихся в промышленности и муниципальном секторе отходов.

Исходя из гетерогенного состава муниципальных отходов, схема управления ТБО на всех стадиях обращения с отходами должна представлять собой комбинацию технологических операций разделения отходов на отдельные фракции и компоненты с последующей их переработкой оптимальным методом. Объединяющим процессом в схеме комплексного управления ТБО является сепарация, изменяющая качественный и количественный состав ТБО. Оптимальный состав ТБО, вовлекаемый в масштабную сортировку для получения ценных материалов, должен подбираться за счет централизованной организации в городах несмешивающихся потоков муниципальных отходов, часть которых, обогащенная ценными компонентами, направляется на комплекс по сортировке. Таким образом, на стадии сортировки определяется эффективность и безопасность дальнейшего использования отходов.

Управление качеством и количеством образующихся отходов на основе их разделения на несколько несмешивающихся потоков позволяет создать систему обращения с отходами, отвечающую современным требованиям.

В настоящее время существует два метода сортировки твердых бытовых отходов:

- сортировка ТБО осуществляется в месте сбора, т.е. в каждой квартире, сбор различных фракций осуществляется отдельно, для чего муниципальные власти крупных городов закупают контейнеры для раздельного сбора отходов.

- сортировка всей массы бытового мусора, перемешанного в мусоропроводах или общих контейнерах, централизованно на специальных предприятиях с помощью различных механизированных линий и устройств.

Проведенный анализ указанных вариантов показал, что второй вариант в настоящее время является более приемлемым.

На основе выше сказанного в качестве решения предлагается установка мусоросортировочного комплекса производительностью 75 тыс. м<sup>3</sup>/год с применением ручной сортировки с транспортной ленты в Алейском районе, Алтайского края.

Технология сортировки заключается в следующем. На промышленную бетонную площадку под навесом твердые бытовые отходы доставляются мусоровозами. Поступающие отходы разгружают на бетонный пол площадки приема мусора. Крупногабаритные предметы выбираются из ТБО и перевозятся экскаватором – погрузчиком или переносятся вручную на площадку сортировки крупногабаритного мусора. После выборки крупногабаритных предметов, ТБО загружаются в приемный бункер, откуда поступают на загрузочный конвейер, далее несортированный мусор поступает в барабанный сепаратор, где отделяется мелкая фракция сыпучих материалов, которая транспортируется ленточным конвейером в съемный контейнер, в дальнейшем вывозимая на полигон, а крупная фракция поступает на подающий конвейер и транспортируется по сортировочному ленточно-цепному конвейеру. На конвейере размещены сортировочные кабины, которые предназначены для работы операторов по сортировке ТБО.

Вдоль сортировочного конвейера с обеих сторон друг напротив друга расположены посты (рабочие места) с люками. Сортировщики, расположенные друг напротив друга, выбирают из общего потока ТБО одинаковую полезную фракцию. Выделенные компоненты (макулатура, ПЭТФ, пластмасса высокого и низкого давления и т.д.) через люки поступает в накопительные бункеры. После заполнения накопительных отделений выбранная полезная фракция ковшовым погрузчиком подается на ленточный конвейер в пресс для получения прессованных брикетов однородного состава. Оставшиеся после выбранных ценных компонентов отходы (хвосты сортировки) поступают в отдельный накопительный бункер. Подача материала производится в левую и правую сторону, что обеспечивает безостановочную работу комплекса.

Данная технология сортировки позволяет использовать отходы в качестве вторичных материальных ресурсов. Главным преимуществом технологической схемы является получение ценных компонентов из общего потока твердых бытовых отходов.

## РЕКОНСТРУКЦИЯ УЗЛА УПЛОТНЕНИЯ ВАЛА НАСОСНОГО АГРЕГАТА ПЭ 500-180-3

Караченцев А.В. – студент, Сеселкин И.В. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

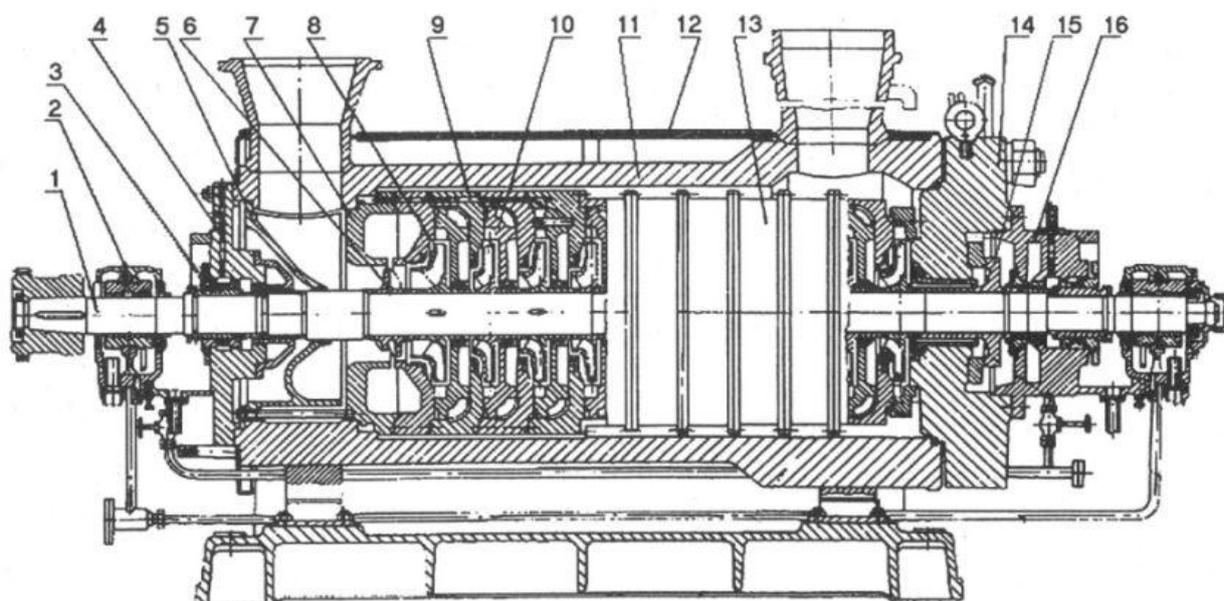
«ОАО Барнаульская ТЭЦ – 3» является самой крупной и наиболее современной ТЭЦ в городе Барнауле Алтайского края.

Установленная электрическая мощность Барнаульская ТЭЦ – 3 на 2010 год – 430 МВт, установленная тепловая мощность – 1462 Гкал/ч. Этой мощности достаточно для отопления половины промышленного и жилого сектора города Барнаула, а также полного снабжения отработанным паром всей Власихинской промплощадки.

Основными цехами на станции являются: котельный, турбинный и электрический. В котельном отделении расположено пять энергетических котлов со всем вспомогательным оборудованием, два из которых работают на природном газе, остальные – на буром угле Канско-Ачинского месторождения.

Назначение насосного агрегата ПЭ 500-180-3 – питание паровых котлов с абсолютным давлением пара 140 кгс/см<sup>2</sup>. Насосы подают питательную воду (конденсат пара из турбины) из деаэраторов через подогреватель высокого давления на узлы питания котельного агрегата.

Высоконапорный питательный насос ПЭ 500-180-3 центробежный, горизонтальный, одиннадцати ступенчатый, двухкорпусного исполнения, с внутренним корпусом секционного типа с отбором от 3 ступени (разрез насоса представлен на рисунке 1).



1-вал; 2-подшипник; 3-сальниковое уплотнение вала; 4-входная крышка; 5-подвод кольцевой; 6-предвключенное колесо; 7-крышка; 8-рабочее колесо; 9-секция; 10-направляющий аппарат; 11-корпус наружный; 12-кожух насоса; 13-корпус внутренний; 14-крышка напорная; 15-диск разгрузки; 16-корпус концевого уплотнения

Рисунок 1 – Разрез насоса типа ПЭ

Наружный корпус является базовой деталью насоса. Внутренний корпус секционный с вертикальными разъемами. Ротор представляет собой комплектный узел, состоящий из 10 ступеней рабочих колес, разгрузочного диска, защитных втулок и мелких деталей,

закрепленных на валу. Уплотнения вала – сальниковые, используемая набивка – асбестовая пропитанная.

Существенным недостатком сальникового уплотнения является ощутимая потеря мощности на трение. Кроме того наблюдается сравнительно быстрый износ защитной втулки вала. Сальниковые уплотнения требуют постоянного контроля и периодического обслуживания.

Предлагается вместо сальниковых уплотнений установить торцевые.

Первичное герметизирующее уплотнение осуществляется посредством использования двух плоских полированных поверхностей. Данные поверхности функционируют как сложный путь, который перпендикулярен пути жидкости. Между плоскостями создается трущийся контакт, который сокращает утечку до минимальных показателей. Одна из поверхностей в корпусе установлена неподвижно, другая зафиксирована и осуществляет вращательные движения вместе с валом.

Сборочный чертёж предлагаемого торцевого уплотнения представлен на рисунке 2.

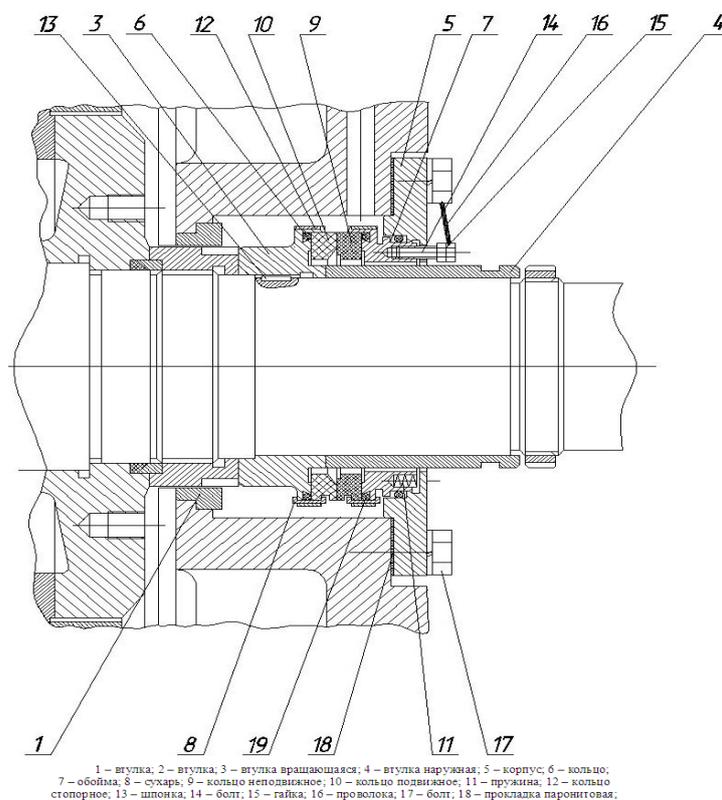


Рисунок 2 – Сборочный чертёж торцевого уплотнения

Реконструкцию узла уплотнения вала насоса целесообразно осуществлять при проведении очередного капитального ремонта, так как требуются выполнять работы по расточке сальниковой камеры.

С целью осуществления реконструкции узла уплотнения подобраны материал и форма колец, выбраны вторичные уплотнения. С учётом условий высокой статической прочности и упругости, а также коррозионно-усталостных свойств, выбран материал пружин уплотнения.

При расчёте торцевого уплотнения [1,2] определены силовые характеристики, возможные утечки жидкости, а также динамические параметры, обеспечивающие бесконтактную работу пар трения.

Замена сальникового уплотнения насосного агрегата ПЭ 500-180-3 на торцевое позволит обеспечить непрерывную работу уплотнения не менее 2 лет. Кроме того,

расчётный объём утечек воды (0,3 л/час), существенно меньше, чем при использовании сальникового уплотнения.

Список использованных источников:

1. Уплотнения и уплотнительная техника: Справочник / Л. А. Кондаков, А. И. Голубев, В. Б. Овандер и др.; Под общ. ред. А. И. Голубева, Л. А. Кондакова.- М.: Машиностроение, 1986.- 464 с., ил.
2. Мельник В.А. Торцовые уплотнения валов: Справочник. – М.: Машиностроение, 2008. – 320 с.

## ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ ИОНОВ $Ni^{2+}$ НА СОРБЕНТАХ ИЗ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Субботина Д.А. – студент, Вторушина О.О., – студент, Кравченко Н.И. – студент, Сомин В.А. – к.т.н., доцент

Алтайский край является агропромышленным регионом Сибири, где производится большое количество сельскохозяйственной продукции, при переработке которой образуется много отходов: лузга гречихи и подсолнечника, кукурузная ботва и другие. Утилизация таких отходов представляет достаточно много сложностей, а размещение их на полигонах является экологически небезопасным.

В связи с этим наши исследования посвящены поиску возможных путей использования и утилизации сельскохозяйственных отходов. В качестве одного из вариантов нами была рассмотрена возможность их использования в качестве сорбентов для очистки воды от соединений тяжелых металлов.

Исследования по изучению сорбции ионов никеля проводились на лузге подсолнечника и гречихи, полученных на перерабатывающих предприятиях Алтайского края. Для увеличения физико-механических свойств лузга была подвергнута модификации растворами гидроксида натрия (500 мг/л), ортофосфорной кислоты (0,5 н) и соляной кислоты (0,5 н). Первоначально были изучены механические свойства данных отходов. В результате исследования были получены следующие данные:

Таблица 1 – Механические свойства лузги подсолнечника и гречихи

Параметр	Лузга подсолнечника при модификации				Лузга гречихи при модификации			
	Без модиф.	NaOH	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	HCl	Без модиф.	NaOH	H <sub>3</sub> PO <sub>4</sub>	HCl
Мех.прочность, %	98,2	96,4	95,2	96,0	99,6	97,92	96,4	99,8
Влажность, %	6,6	7,7	7,0	4,4	6,12	3,96	1,98	2
Зольность, %	3,0	14,4	0,8	0,6	1,06	1,24	0,53	1,27
Суммарный объем макропор, г воды/г сорбента	4,6	2,0	2,5	1,9	2,51	8,86	8,08	8,52

Как видно из таблицы 1, для всех материалов характерна высокая механическая прочность, суммарный объем макропор в 2-4 раза больше для модифицированной лузги гречихи по отношению к другим материалам. Отмечено, что обработка лузги подсолнечника гидроксидом натрия значительно увеличивает зольность сорбента.

На следующем этапе исследований была изучена сорбционная емкость полученных модифицированных материалов по отношению к ионам никеля в статических условиях. Для этого были наведены модельные растворы с концентрациями ионов никеля от 10 мг/л до 2000 мг/л. В полученные растворы помещали навески сорбентов массой 1 г., после чего колбы с растворами в течение 40 минут перемешивали, далее проводили анализ растворов на содержание ионов никеля фотоколориметрическим методом. Результаты изучения сорбционной емкости лузги подсолнечника представлены на рисунке 1, лузги гречихи – на рисунке 2.

Как видно из рисунков 1 и 2, несколько большей емкостью по ионам никеля обладает модифицированная лузга гречихи, при этом максимальное значение характерно для материала, обработанного ортофосфорной кислотой и соответствует 80 мг/г. Максимальная сорбционная емкость лузги подсолнечника достигает 62 мг/г при обработке NaOH. Отмечено, что для всех материалов зависимость имеет линейный характер, что подтверждается достаточно высокими значениями сорбционной емкости.

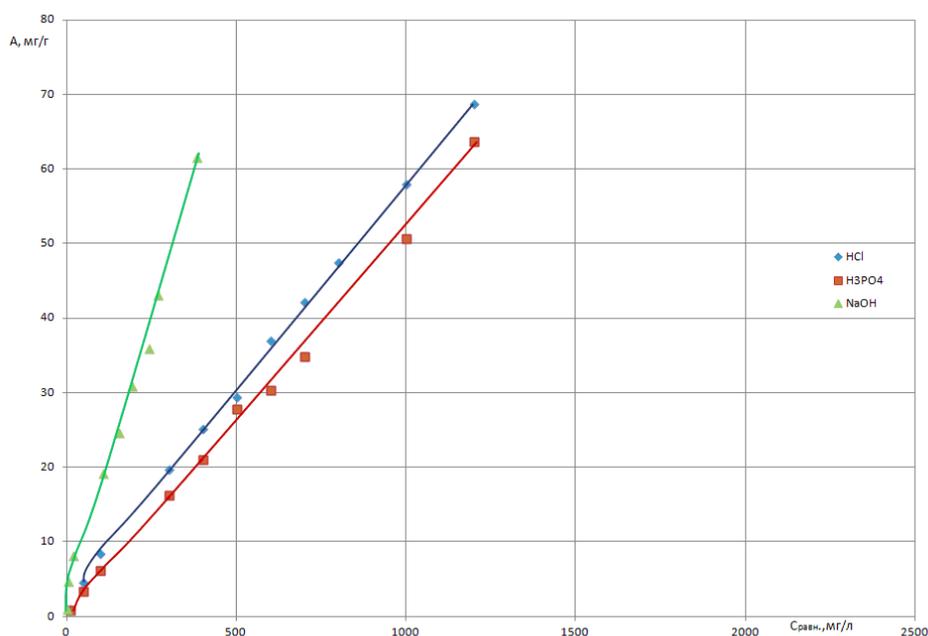


Рисунок 1 – изотермы сорбции ионов никеля модифицированной лузгой подсолнечника

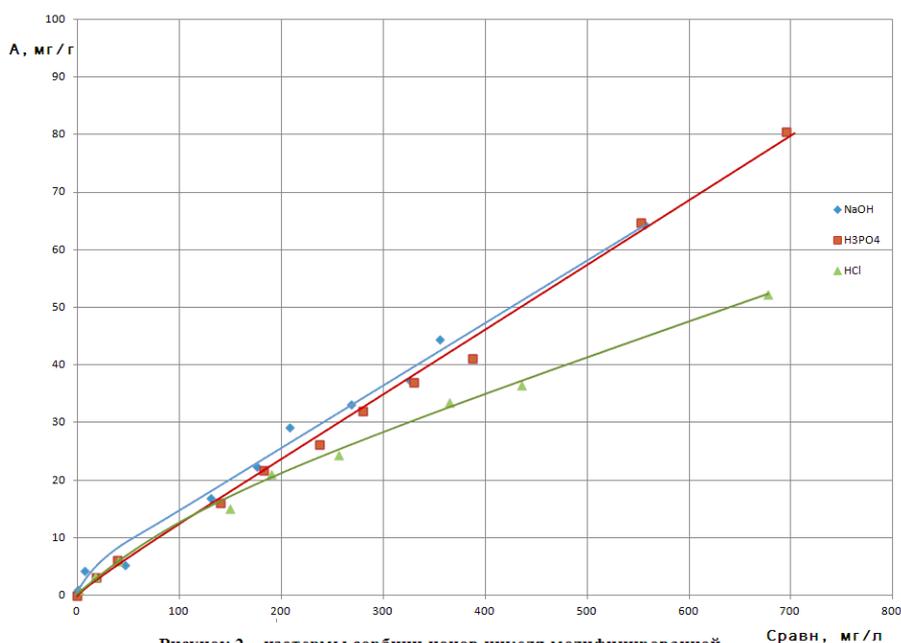


Рисунок 2 – изотермы сорбции ионов никеля модифицированной лузгой гречихи

Таким образом, проведенные исследования позволяют сделать выводы о возможности использования модифицированных сельскохозяйственных отходов, в частности лузги подсолнечника и гречихи, в качестве сорбентов для очистки воды от ионов никеля.

## ПОЛУЧЕНИЕ СОРБЕНТОВ МЕТОДОМ ГРАНУЛИРОВАНИЯ В ВОДОПОДГОТОВКЕ ПРОМЫШЛЕННОГО И ПИТЬЕВОГО СНАБЖЕНИЯ

Барина А.Ж., Санькова М.В. – студенты гр. МХ-91, Курочкин Э.С. – к.х.н., доцент Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Обезжелезивание и деманганация воды – без преувеличения одна из самых сложных задач в водоподготовке. Негативное влияние Mn и Fe заключается не только в прямом воздействии их высоких концентраций, но и в отдаленных последствиях, связанных со способностью этих металлов накапливаться в организме. В промышленности присутствие железа и марганца в воде вызывает коррозию трубопроводов и оборудования, а также негативно влияет на многие химические процессы. Решением этой проблемы является производство сорбентов на базе природного минерального сырья, такого как глинистые минералы, каолин, бентонит. В составе их преобладающим минералом является монтмориллонит, обладающий выраженными сорбционными и ионообменными свойствами. Монтмориллонит содержит катионы металлов, которые выступают в качестве обменных ионов.

Целью исследовательской работы являлось получение гранулированного сорбента товарной фракции -11+4,5 из желтой глины методом окатывания при максимальной прочности гранул после сушки.

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

Основные конструктивные размеры гранулятора – диаметр барабана, угол наклона, а также режим его работы – коэффициент заполнения и скорость вращения барабана, время

пребывания в нем материала – определяют, в конечном итоге, скорость и число соударений гранул, т.е. являются динамической характеристикой процесса окатывания.

Поскольку движущая сила процесса гранулообразования определяется наличием жидкой фазы, изменение ее содержания существенно влияет на процесс гранулирования. С увеличением количества связующего возрастают плотность и прочность гранул, уменьшается время окатывания, что объясняется большей пластичностью, позволяющей частицам сместиться одна относительно другой и перестраивать структуру.

На равномерность увлажнения в большой мере влияет метод распыливания жидкости. При грубом диспергировании образуются крупные капли, вокруг которых возникают комки. При хорошем перемешивании и мелкодисперсном распыливании жидкости происходит наилучшая гомогенизация материала, что обеспечивает узкий диапазон гранулометрического состава продукта по товарной фракции.

В ранее проведенных нами исследованиях изучалось влияние первых трех из перечисленных факторов на процесс гранулирования и определялись их оптимальные параметры.

В настоящей работе исследовано влияние времени окатывания на выход товарной фракции. При этом, по результатам предыдущих исследований, угол наклона барабана принят 20°, навеска материала 250-300 г, скорость вращения барабана 60 об./мин., расход воды 35 мл на весь процесс.

Методика проведения исследований состояла в следующем. Указанную навеску порошка желтой глины с размерами частиц менее 0,3 мм помещали в барабан, устанавливали заданное число оборотов, включали установку и фиксировали время начала и окончания опыта. Одновременно с включением установки через форсунку на материал распыливали отдельными порциям 35 мл воды с интервалом 10 секунд. По истечении установленного времени гранулированный продукт извлекался из барабана и отправлялся на сушку при температуре 120 °С.

Фракционный состав гранулированного продукта изучался методом ситового анализа с использованием набора сит с постоянным модулем и размерами отверстий, мм: 11, 4,5, 3,5, 2,0, 0,5, 0,2, 0,15. Результаты исследований представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Фракционный состав гранул после 60 секунд окатывания

Номер сита	Размер ячеек сита, мм	Масса исходной навески, г	Масса остатка на каждом сите, г	Остаток на сите R, %	Проход через сито, D, %	Состав материала по классу частиц		
						граничные размеры, мм	масса, г	доля, %
0	11,0	250	9,2	3,68	96,32	+11	9,2	3,68
1	4,5		48,3	19,32	80,68	+11-4,5	48,3	19,32
2	3,5		39,7	15,88	84,12	-4,5+3,5	39,7	15,88
3	2		89,0	35,60	64,40	-3,5+2	89,0	35,60
5	0,5		41,3	16,52	83,48	-2+0,5	41,3	16,52
Проход	0,15		20,3	9,00	91,00	-0,5	20,3	9,00

Таблица 2 – Фракционный состав гранул после 270 секунд окатывания

Номер сита	Размер ячеек сита, мм	Масса исходной навески, г	Масса остатка на каждом сите, г	R, %	D, %	Состав материала по классу частиц		
						граничные размеры, мм	масса, г	%

0	11,0	250	5,7	2,28	97,72	+11	5,7	2,28
1	4,5		138,5	55,40	44,60	+11-4,5	138,5	65,4
2	3,5		18,4	7,36	92,64	-4,5+3,5	18,4	9,36
3	2		19,6	7,84	92,16	-3,5+2	19,6	9,84
5	0,5		12,3	4,92	95,08	-2+0,5	12,3	4,92
Проход	0,15		19,5	7,80	92,20	-0,5	19,5	7,80

В таблицах 1, 2 представлены граничные результаты по выходу товарной фракции 11+4,5 мм (меньше 11 мм и более 4,5 мм) в % из серии выполненных экспериментов.

Имеющиеся данные характеризуют закономерность возрастания выхода товарной фракции от 19,3 % (таблица 1) после 60 секунд окатывания до максимального значения 65,4 % после 270 секунд окатывания (таблица 2). С увеличением времени гранулирования количество товарной фракции уменьшается. Последнее мы объясняем возрастанием количества крупной фракции (+11 мм) за счет товарной.

Таким образом, по результатам проделанной работы можно рекомендовать режим получения гранулированного сорбента из каолина с гранулами заданного размера - 11+4,5 мм в барабанном грануляторе при времени окатывания 270 секунд с углом его наклона 20°, количеством связующей воды 35 мл и скорости вращения барабана 60 об./мин. Следует отметить, что выход продукта более 65 % является значительным для процесса гранулирования порошкообразных материалов.

#### ОРГАНИЗАЦИЯ СБОРА И ПЕРЕРАБОТКИ ОТРАБОТАННЫХ МАЛОГАБАРИТНЫХ ХИМИЧЕСКИХ ИСТОЧНИКОВ ТОКА В г.БАРНАУЛЕ

Ключникова А.И. – студентка, Бельдеева Л.Н. – к.т.н., доцент  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Проблема утилизации отработанных малогабаритных химических источников тока (МХИТ) актуальна во всем мире.

По химическому составу МХИТ весьма многообразны. Они содержат более тридцати двух химических элементов таблицы Д.И.Менделеева.

Исследования, проведенные в разных странах, показали, что утилизация отработанных МХИТ совместно с ТБО приводит к концентрированию токсичных, канцерогенных, мутагенных, пожаро- и взрывоопасных веществ в почве, воде и воздухе, а также через продукты питания и воду в живых организмах. Накопление соединений кадмия, ртути, цинка, других металлов в живых организмах сопровождается серьезными и тяжелыми последствиями для их здоровья, приводит к гибели.

По данным социологических опросов потребление батареек в Российской Федерации составляет не менее 12 штук в год на одного человека. При среднем весе малогабаритных ХИТ 22 г в г. Барнауле ежегодно образуется не менее 166 т таких отходов, которые захоранивают на городском полигоне ТБО.

Отработанные МХИТ представляют собой высококонцентрированные источники цветных металлов. Используемые в быту марганцево-цинковые гальванические элементы составляют 80 % от общего объема отработанных МХИТ. В среднем они содержат до 16-20 % цинка, 8-13 % железа, 17-29 % марганца, 23 % никеля, что значительно выше, чем в промышленных рудах. Утилизация МХИТ совместно с ТБО только в г. Барнауле приводит к потере не менее 20 т цинка, 10 т железа, 22 т марганца ежегодно.

Опыт других стран в обращении использованных МХИТ показывает, что извлеченные из них различные металлы могут быть возвращены в промышленность (в т.ч. в производство новых МХИТ).

В настоящее время сбор и переработка отработанных батареек организована в странах Евросоюза, США, Канаде. Из всего объема производимых батарей в мире перерабатывается

не более 3% от общего объема. В большинстве европейских стран перерабатывается 25-45% всех ХИТ, в США – около 60% (97% свинцово-кислотных и 20–40% литий-ионных), в Австралии – около 80%.

Для переработки отработанных МХИТ используются различные технологии, основанные на пиromеталлургических, гидрометаллургических и комбинированных процессах.

Из всех рассмотренных способов наиболее экономически и экологически эффективным представляется способ утилизации отработанных МХИТ разработанный и предложенный Птицыным и др. авторами в патенте RU, № 2164955. Способ сочетает гидрометаллургические, пиromеталлургические процессы и механическую обработку. Достоинства способа: возможность переработки отработанных МХИТ различного химического состава, высокая степень извлечения компонентов, минимальное количество отходов, минимальная потребность в реагентах.

Организация сбора и переработки отработанных МХИТ позволяет снизить негативное влияние на окружающую среду и здоровье человека, а также позволяет рационально использовать природные ресурсы.

В городе Барнауле некоммерческой организацией «Мусора.Больше.Нет, Барнаул» с марта 2013 года организованы пункты сбора отработанных МХИТ в сети магазинов «НОВЭКС». За период менее года было собрано 400 кг отработанных МХИТ, что составляет 0,24 % от общего объема образующихся МХИТ за год.

Основными причинами низкого уровня сбора в г. Барнауле являются: сложившийся стереотип о незначительности воздействия МХИТ в силу их небольшого размера и малого количества образования у каждого человека; недостаточность законодательной базы в области обращения с отходами производства и потребления. Действующее законодательство не определяет отработанные МХИТ как опасные отходы, требующие специального обращения, не устанавливает ответственность производителей, импортеров и потребителей в цикле «производство – переработка МХИТ».

Т.о. для организации и развития системы сбора и переработки отработанных МХИТ необходимо:

1. Развитие законодательной базы в области отходов производства и потребления (установление ответственности производителей, импортеров и потребителей).
2. Организация муниципального контроля за обращением МХИТ на территориях муниципальных образований.
3. Работа с населением (информационное обеспечение населения с помощью СМИ (статьи в газетах, телевидение, работа со школьниками и студентами).
4. Организация переработки отработанных МХИТ на основе частно-государственного партнерства.

## РАЗРАБОТКА ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО УТИЛИЗАЦИИ ОТРАБОТАННОЙ ОТБЕЛЬНОЙ ГЛИНЫ

Сусоева Н.М. – студент, Шамонаяева О.С. – студент, Полетаева М.А. – к.т.н., доцент Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Растительные масла — продукты, извлекаемые из растительного сырья и состоящие из [триглицеридов жирных кислот](#) и сопутствующих им веществ ([фосфолипиды](#), свободные жирные кислоты, [воски](#), [стиролы](#), вещества, придающие окраску и др.)[1].

В последние десятилетия в России усиливается тенденция к производству рафинированных растительных масел. Одной из стадий рафинации является процесс отбели, который позволяет извлечь из растительных масел красящие вещества. При адсорбционном отбеливании масел применяются специальные отбеливающие порошки, которые обладают способностью поглощать растворенные в маслах красящие вещества и

удерживать их на своей поверхности. На практике для этих целей используются порошки с очень развитой поверхностью. При последующем фильтровании отбеливающие порошки вместе с поглощенными красящими веществами отделяются от масла. В процессе адсорбционной рафинации используют высокоэффективный сорбент - отбеливающую глину, которая отвечает всем требованиям качества очистки масла от красящих веществ [2].

Отработанная отбельная глина, содержащая масло, после выработки своей сорбционной емкости представляет собой отход IV класса опасности по ФККО. Масличность отработанной отбельной земли находится в пределах от 25 % до 40 %. Опасные свойства отхода заключаются в том, что глина способна самовозгораться при контакте с воздухом. Этот процесс возникает посредством окисления адсорбированного растительного масла.

В настоящее время глина, образующаяся на ОАО «АгроСиб – Раздолье», в количестве 1,3 т/сут, размещается на полигоне твердых бытовых отходов. Сложность утилизации такого отхода заключается в том, что при размещении на полигоне его необходимо закапывать и предотвращать доступ воздуха.

Впервые в контакт с кислородом воздуха глина вступает при выгрузке из фильтра. В этот момент температура отработанной глины составляет 90-130°C. Вероятность самовоспламенения возможно снизить обеспечив минимальный контакт между глиной, содержащей масло, и кислородом воздуха. По этой причине отработанная отбельная глина не должна находиться на сквознях, при возможности ее следует хранить в атмосфере инертного газа. Если отработанную отбельную глину оставить на открытом воздухе в жаркий день, то в течение нескольких часов произойдет самовозгорание[3].

В лабораторных условиях на кафедре ХТиЭ определялась возможность переработки отработанной отбельной земли термическим методом и отмывкой поверхностно-активными веществами.

Термический метод представляет собой обработку отработанной отбельной глины в муфельной печи при температуре от 200 °С до 400 °С, при различной продолжительности. В процессе обжига масса земли уменьшилась от 2 % до 35 %.

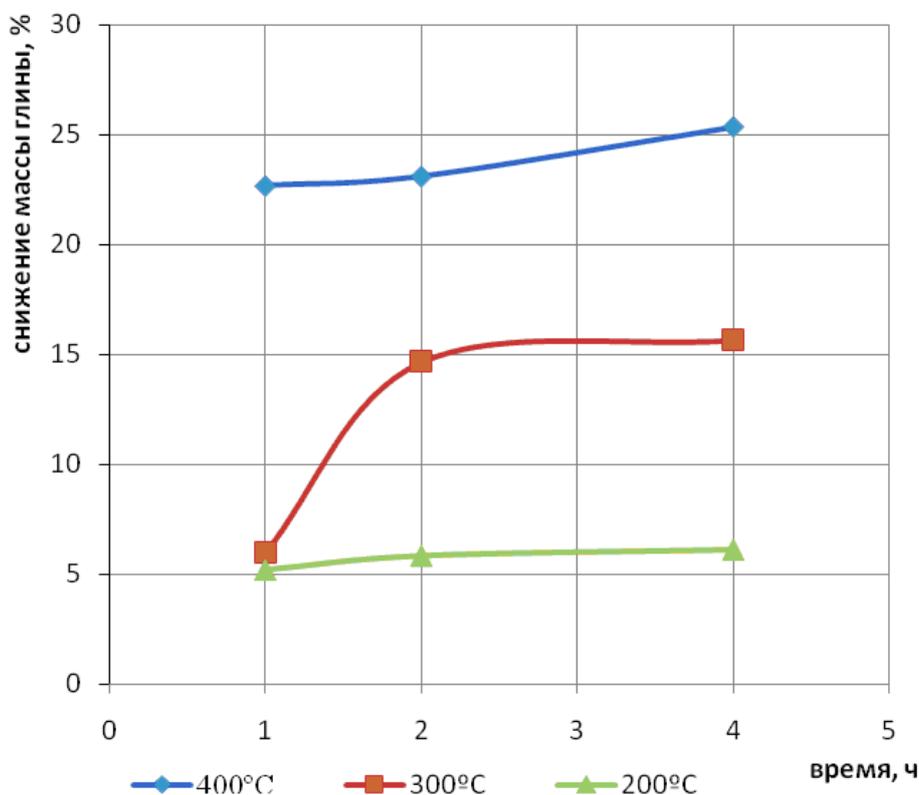


Рисунок 1 – Зависимость потерь массы глины от времени обжига

На рисунке 1 представлен график зависимости потери массы глины при различном времени термической обработки и различной температуре. С увеличением времени обработки увеличивается количество, выжигаемых замасленных веществ. Также максимальное извлечение органических веществ происходит при наибольшей температуре.

При одновременном обжиге отработанной отбеленной земли и исходного сырья определено количество в отработанной отбеленной глине замасленных органических соединений, составляющее от 15% до 20% в разных порциях отхода. Это говорит о содержании в исходном сорбенте до 15 % органических веществ.

Термический метод обезвреживания отхода может быть реализован при добавлении отработанной отбеленной глины в исходные смеси при изготовлении керамического кирпича, температура обжига которого достигает 1000°C.

Отмывка глины поверхностно активными веществами (ПАВ) как метод обезвреживания отхода предполагает обработку глины для усиления взаимодействия молекул воды с кристаллами сорбента, что препятствует испарению воды при последующем хранении и транспортировке и таким образом стабилизирует термическую устойчивость отработанной отбеленной глины во времени.

Отработанную отбеленную глину, содержащую 20,5% масла, нагревали в муфельной электропечи до температуры 90°C, далее добавляли 10,0%-ный раствор ПАВ в воде с температурой 17°C в количестве 20% от содержания липидной части глины, при этом появляется небольшое количество пара на смесь. Полученную смесь гомогенизировали перемешиванием. Стабилизированную таким образом глину при температуре около 25°C подвергали нагреву электрокамином до 120°C, иницируя тепло солнечных лучей. Лабораторная установка состояла из чаши с отработанной землей, электрокамином и термопары, служащей для измерения температуры на поверхности глины. Цифровые значения температуры отображались на щите.

В ходе нагрева было установлено, что самовоспламенение необработанной глины начинается при температуре 105°C, при этом расстояние от электрокамина до чаши с глиной не имеет значения. Для глины, предварительно обработанной ПАВ процесс самовоспламенения не наблюдался.

Вопрос о дальнейшей утилизации глины в целях ресурсосбережения в настоящее время решается, однако отмывая ПАВ глина может быть без ограничений размещена на полигоне твердых бытовых отходов.

#### Список использованных источников:

1. Ипатова Л. Г., Кочеткова А. А., Нечаев А. П., Тутельян В. А. Жировые продукты для здорового питания. Современный взгляд.- М.: ДеЛиПринт, 2009. - 396 с
2. Товбин И. М. Гидрогенизация жиров./ И.М. Товбин, М.Л. Меламуд, А.Г. Сергеев - М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. - 296 с.
3. Пат. 2345129 Российская Федерация, МПК С11В3/00.Способ ингибирования термоокислительных процессов в отработанной отбеленной глине / Почерников В. И., Мачигин В. С., Дроникова Т.В., Лисицын А. Н.; патентообладатель Государственное научное учреждение "Всероссийский научно-исследовательский институт жиров" Российской академии сельскохозяйственных наук (ВНИИЖ). - № 2007125625/13; заявл. 27.06.07; опубл. 27.01.09 - 3 с.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО РЕГЕНЕРАЦИИ ОТХОДОВ ТОЛУОЛА

Лазуткина Ю.С. – к.т.н., доцент, Мироненко И.В. – студент гр. ЭРПХ-11  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

На современных предприятиях образуется большое количество органических жидких отходов, одним из которых является толуол, потерявший потребительские свойства. Согласно Федеральному классификационному каталогу отходов он относится к III классу опасности и обладает токсичными и пожароопасными свойствами.

Отходы толуола, потерявшего потребительские свойства, образуются в следующих технологических процессах:

- при удалении старого лакокрасочного покрытия перед окраской;
- при разведении лакокрасочных материалов (ЛКМ);
- при обезжиривании поверхностей.

Утилизация жидких органических отходов может осуществляться различными методами. Выбор способа обезвреживания зависит от качественного состава образующихся отходов. При этом необходимо оценивать возможные последствия загрязнения окружающей среды.

Согласно справочнику по составу отходов толуол, потерявший потребительские свойства содержит компоненты, количественное содержание которых представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Состав отходов толуола, потерявшего потребительские свойства

Наименование компонента	Содержание, %
Толуол	42,50
Этанол	12,75
Бутилацетат	8,50
Этилцеллозольв	6,80
Ацетон	5,95
ЛКМ	10,00
Песок, земля	2,00
Вода	11,50

Таким образом, данный отход представляет собой смесь различных органических растворителей с неорганическими примесями

Наиболее часто в промышленности для утилизации жидких органических отходов используют термическую деструкцию, т.е. сжигание. Данный метод приводит к потере ценных органических компонентов, а также к загрязнению атмосферного воздуха продуктами горения.

Входящие в состав отхода толуол, этанол, бутилацетат, этилцеллозольв и ацетон являются ценными компонентами, регенерация которых может принести дополнительную экономическую прибыль для предприятия.

Одним из наиболее распространенных способов регенерации отработанных органических растворителей является ректификация.

При разработке технологической схемы разделения жидких органических отходов методом ректификации на первом этапе исследований необходимо изучить основные физико-химические свойства индивидуальных компонентов, а также бинарных и тройных составляющих изучаемой смеси.

В таблице 2 представлены свойства чистых веществ, входящих в состав изучаемой смеси.

Таблица 2 - Свойства чистых веществ, входящих в состав отходов толуола, потерявших потребительские свойства

Вещество	Молярная масса, г/моль	Температура кипения, °С	Плотность, г/см <sup>3</sup>	Показатель преломления, n <sub>D</sub> <sup>20</sup>
Толуол (Т)	92,14	110,60	0,8669	1,497
Этанол (Э)	46,07	78,37	0,7893	1,361
Бутилацетат (БА)	116,16	126,50	0,8820	1,394
Этилцеллозольв (ЭЦ)	90,12	135,10	0,9297	1,407
Ацетон (А)	58,08	56,24	0,7908	1,359
Вода (В)	18,02	100,00	1,0000	1,334

В состав изучаемой смеси входят бинарные и тройные азеотропы, свойства которых представлены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 – Азеотропные свойства бинарных составляющих изучаемой смеси

Система	Температура кипения компонентов, °С			Концентрация компонента 1, % мол.	Тип азеотропа
	1	2	смеси		
Э (1)-Т (2)	78,73	110,60	76,60	81,5	гом.
ЭЦ (1) – Т(2)	135,10	110,60	110,50	10,8*	гом.
ЭЦ(1)-БА(2)	135,10	126,50	125,35	10,0*	гом.
В(1)-Э(2)	100,00	78,37	78,00	10,0	гом.
В(1)-ЭЦ(2)	100,00	135,10	99,40	71,0	гом.
В(1)-БА(2)	100,00	126,50	90,50	70,6	гетер.
В(1)-Т(2)	100,00	110,70	84,10	19,6	гетер.

\* - составы азеотропов приведены в % масс.

Таблица 4 – Азеотропные свойства тройных составляющих изучаемой смеси

Система	Температура кипения компонентов, °С				Концентрация компонентов, % масс.		Тип азеотропа
	1	2	3	смеси	1	2	
В (1)-Э (2)-Т (3)	100,00	78,40	110,60	74,60	32,9	39,5	гетер.

Как видно из представленных данных, изучаемая смесь характеризуется наличием 7 бинарных и 1 тройного азеотропа, в связи с чем необходимо для разделения использовать специальные методы ректификации.

На данном этапе исследований проведен также количественный и качественный состав известных растворителей.

Наиболее близким по своему составу к изучаемой нами смеси является растворитель 646, который состоит из толуола, бутанола и этанола, бутилацетата, этилцеллозольва и ацетона.

Таким образом, дальнейшие исследования по регенерации отходов толуола, потерявшего потребительские свойства, заключаются в создании технологической схемы, позволяющей выделить в качестве продукта смесь органических веществ, по составу соответствующую растворителю 646.

## ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ МЕМБРАННЫХ МЕТОДОВ ДЛЯ ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД

Чигаев И.Г. – аспирант, Комарова Л.Ф. – д.т.н., профессор

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

Для многих регионов РФ проблема повышенного содержания железа, как в питьевой, так и технической воде стоит очень остро. Несмотря на широкое развитие водоочистных технологий, решение данной проблемы имеет определенные трудности, зачастую чисто экономические, поэтому развитие современных методов обезжелезивания направлено не только на увеличение эффективности, но и на снижение капитальных и эксплуатационных затрат, что выражается в таких показателях как энергоэффективность, малые габариты, простота эксплуатации, возможность полной автоматизации и пр.

В подземных водах железо чаще всего присутствует в двухвалентной форме в виде бикарбоната  $\text{Fe}(\text{HCO}_3)_2$ . Для извлечения растворенного двухвалентного железа сначала необходимо его окислить и перевести в нерастворимую форму с последующей фильтрацией образовавшейся взвеси. Для окисления железа используют кислород воздуха, хлор, озон, перманганат калия. Окисленные частицы отфильтровываются на зернистой загрузке (песок, антрацит, гравий, волокнистые инертные материалы). Однако в настоящее время широко применяются материалы, объединяющие эти два процесса – каталитические сорбционные загрузки. К ним относятся Бирм (Birm), пиролюзит, магнетит, Гринсенд, МТМ и их аналоги. При пропускании железосодержащей воды через слой каталитического материала происходит активное окисление железа и его перевод в нерастворимую форму с последующим задержанием в толще загрузки [1]. Также известны сорбционные материалы на основе волокнистых планарных структур. Так был разработан волокнистый каталитический сорбент с пленкой из оксида марганца ( $\text{MnO}_2$ ), названный «Марганосорб» [2]. Результаты исследований показали, что сорбент обладает хорошей сорбционной емкостью по ионам железа (до 30 мг/г). Однако применение «Марганосорба» в имеющихся станциях обезжелезивания невозможно из-за значительных гидравлических сопротивлений большого слоя материала, поэтому основное использование сорбента осуществляется в картриджных (радиальных) фильтрах, что несколько ограничивает его распространение.

Выбор того или иного метода обезжелезивания должен основываться на формах присутствующего железа и его концентрациях, а также наличия сопутствующих загрязняющих веществ и требованиям к очищенной воде. Зачастую технология очистки для конкретного случая представляет собой комбинацию различных методов, в том числе и «традиционные» (упрощенная аэрация с фильтрованием через песчаную загрузку, аэрация и коагуляции и т.д.).

Для целей обезжелезивания перспективно использование мембранных технологий с применением ультрафильтрационных (УФ) мембран, к достоинствам которых можно отнести: малые габариты установок, дополнительное обеззараживание воды, высокая эффективность и стабильность очистки и др. Нами были проведены исследования по очистке модельных растворов, содержащих ионы железа, на УФ мембранах, которые показали возможность их использования для обезжелезивания [3]. Особенностью обезжелезивания с помощью УФ мембран с предварительной упрощенной аэрацией является стабильно высокая эффективность свыше 97 %, причем в первоначальный период времени наблюдается небольшое увеличение эффективности, что объясняется присутствием неокисленных ионов  $\text{Fe}^{2+}$  в исходной воде. Для поддержания проницаемости мембран на уровне не менее 0,8 от начальной, скорость потока над мембраной должна составлять не менее 4,5 м/с (для трубчатых мембран), что соответствует расходу  $q = 30$  л/мин. Падение проницаемости ниже 0,7 от начальной наблюдается при малом расходе  $q=10$  л/мин и высокой начальной концентрации, при этом скорость потока над мембраной составляет 1,5 м/с. Необходимую скорость потока над мембраной можно обеспечить с помощью турбулизирующих вставок,

тем самым существенно снизив объем циркулирующей воды, что соответственно уменьшит энергопотребление установки. Также были проведены исследования процесса обезжелезивания (при pH=6,8) на полуволоконной (капиллярной) мембране, основным достоинством которой является высокая плотность упаковки, и следовательно высокая производительность. Среднее значение эффективности очистки составляет 98 %. Как и в экспериментах с трубчатыми мембранами для полуволоконной наблюдается увеличение эффективности в начальный период времени.

В целом проведенные исследования показывают, что процесс обезжелезивания можно осуществлять с помощью мембранной технологии при оптимальном выборе типа мембраны и ее гидродинамического режима работы, при этом будет обеспечиваться достаточно продолжительный фильтроцикл.

#### Список использованных источников:

1. Рябчиков, Б.Е. Современные методы подготовки воды для промышленного и бытового использования. – Москва: ДеЛи принт, 2004, – 328 с.
2. Буравлев В. О., Сенькив Я. Б., Кондратюк Е. В., Комарова Л. Ф. Практическое применение новых фильтрующих материалов на основе модифицированных базальтовых волокон в водоочистке / Водоочистка. – 2013. –№4. – 69-72 с.
3. Чигаев И.Г., Комарова Л.Ф. Применение мембранных методов для обезжелезивания природных вод / Успехи современного естествознания. – 2014. –№2. –106-109 с.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ГИПОХЛОРИДА НАТРИЯ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДЫ

Новомлинский М.О. – аспирант, Комарова Л.Ф. – д.т.н., профессор  
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В процессах водоподготовки и водоочистки важным этапом обработки воды является обеззараживание. Это обусловлено отсутствием возможности полностью удалить патогенные микроорганизмы, на стадиях (осветление, отстаивание, фильтрование и т.д.) предшествующих обеззараживанию [1].

Универсального метода обеззараживания, удовлетворяющего одновременно требованиям экономичности, эффективности и безопасности, не существует. Наиболее широкое распространение получили реагентные методы, в основе которых лежит процесс окисления сильными окислителями (хлор, хлорсодержащие окислители, перекись водорода, озон, перманганат калия, и т.д.). В практике водоподготовки основным критерием принятия решений в пользу того или иного реагента является, прежде всего, экономическая оправданность применения, возможно также принятие решения о полном отказе от стадии обеззараживания из-за ее высокой стоимости.

Жидкий хлор на данный момент остаются самым дешевым средством дезинфекции. Но его применение влечет необходимость соблюдения строгих мер безопасности, так как хлораторные являются потенциальным источником техногенных аварий и загрязнения атмосферы [2].

Альтернативой жидкому хлору может стать гипохлорит натрия, получаемый электролизом поваренной соли непосредственно на месте потребления. Практика предприятий заменивших использование жидкого хлора в пользу гипохлорита показывает его экономическую оправданность [3].

На стоимость производства гипохлорита существенно влияют два фактора [4]:

- затраты на электроэнергию;
- затраты на поваренную соль.

Существенной экономии на сырье (поваренной соли) можно добиться использованием соленой морской воды, но применение данного метода имеет значительные территориальные ограничения [5].

Расход электроэнергии по большей части обусловлен затратами на проведение электролиза. Электролиз поваренной соли, как и любой электрохимический процесс, должен проходить в соответствии с законом Фарадея [6], который выражается следующей формулой:

$$m = \left(\frac{Q}{F}\right) \left(\frac{M}{z}\right)$$

где  $m$  – масса выделенного на электроде вещества в граммах,  $Q$  – полный электрический заряд, прошедший через вещество,  $F=96485,33(83)$  Кл·моль<sup>-1</sup> – постоянная Фарадея,  $M$  – молярная масса вещества;  $z$  – валентное число ионов вещества (число электронов на один ион).

Значительных результатов можно добиться подбором оптимальных изначальных концентраций соли и плотностей тока. Оптимальные режимы позволяют провести процесс максимально энергоэффективно и с наиболее полным использованием сырья (поваренной соли).

Эксперименты проводились с целью определения оптимальных концентраций поваренной соли, концентрации варьировались в диапазоне от 10 до 100 г/литр; и различных плотностей тока от 0,5 до 4 А/см<sup>2</sup>. Для автоматизации экспериментов был изготовлен опытный образец установки по получению гипохлорита, возможности установки включают регулировку дозировки хлора и времени проведения электролиза. Результаты экспериментов представлены на рисунке 1.

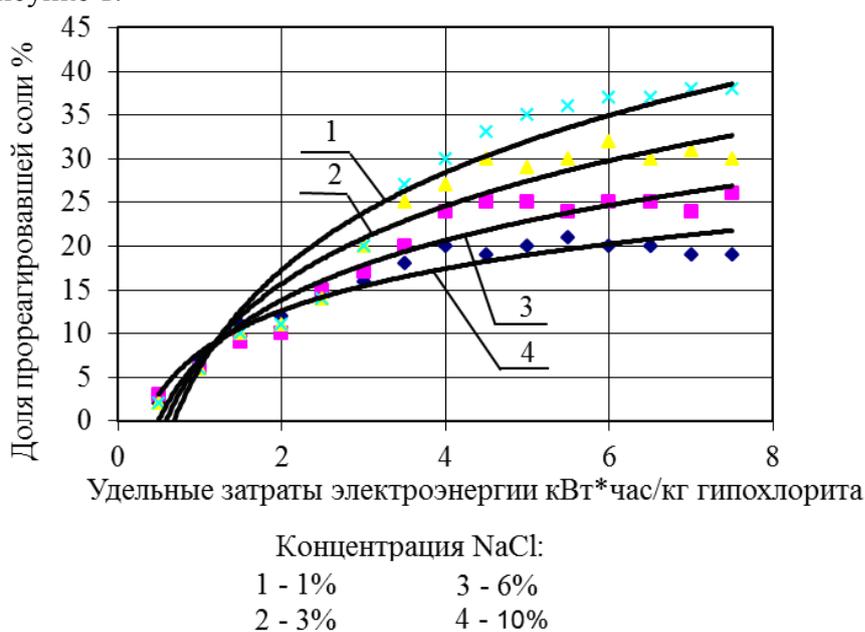


Рисунок 1 – Зависимость удельных затрат электроэнергии от концентрации поваренной соли

Как видно из рисунка при проведении электролиза процент прореагировавшей соли увеличивается в соответствии с законом Фарадея в начале процесса и до определенного момента, причем следует заметить, что изменение характера графика наступает, тем раньше, чем выше концентрация раствора. Далее процесс электролиза идет по экспоненциальному закону. По достижению определенных удельных затрат электроэнергии, дальнейшее проведение электролиза не приводит к увлечению концентрации гипохлорита процесс стабилизируется. Максимальная концентрация гипохлорит натрия составляла около 1 %.

Из вышеуказанного можно сделать вывод, что оптимально проводить процесс, начиная с максимальной концентрации поваренной соли с дальнейшим ее снижением (путем

разбавления водой), данная мера позволит добиться максимального выхода по хлору с минимальными затратами электроэнергии, а также более полно использовать поваренную соль.

Удешевление производства гипохлорита на месте потребления в совокупности с максимальной автоматизацией и безопасностью его производства позволяет расширить возможность применения данного метода. Внедрение автоматических станций для процессов обеззараживания сточных вод позволит значительно снизить биогенные загрязнения природной среды и повысить качество питьевой воды.

#### Список использованных источников:

1. Кузубова Л. И., Кобрина В. Н. Химические методы подготовки воды (хлорирование, озонирование, фторирование): Аналит. обзор / СО РАН, ГННТБ, НИОХ. - Новосибирск, 1996. - 132 с.
2. Долина Л.Ф. Новые методы и оборудование для обеззараживания сточных вод и природных вод. – Днепропетровск: Континент, 2003. - 218 с.
3. Краснова Т.А., Усольцев В.А. Экологические и экономические аспекты использования технического гипохлорита в практики водоподготовки // Материалы Международного конгресса «Вода: экология и технология» Москва, 6-9 сент. 1994 г.-Т.2
4. Черкасова, О. А. Экономическая эффективность применения электролизных и электрохимически активированных дезинфицирующих растворов в плавательных бассейнах // Вестник Витебского государственного медицинского университета : ежеквартальный рецензируемый научно-практический журнал. 2008. – Т. 7, № 2. - С. 127-136.
5. Медриш Г.Л., Тайшева А.А., Басин Д.Л. Обеззараживание природных и сточных вод с использованием электролиза. М.: Стройиздат, 1982.
6. Антропов Л. И. Теоретическая [электрохимия](#). 4-е изд. М., 1984.

## ПЕРЕРАБОТКА НИЗКОСОРТНОЙ И СМЕШАННОЙ МАКУЛАТУРЫ НА МАЛОТОННАЖНОЙ УСТАНОВКЕ

Петрова Е.О. – студентка, Бельдеева Л.Н. – к.т.н., доцент

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

Макулатура – основное сырье бумажной промышленности XXI века. Количество макулатуры в любой стране прямо зависит от уровня потребления бумаги на душу населения. В России этот показатель в настоящее время составляет около 35 кг, что в 8–10 раз ниже по сравнению с Германией и США.

На современном этапе развития целлюлозно-бумажной промышленности использование макулатуры в качестве волокнистого сырья в производстве бумаги и картона стабильно возрастает и становится повсеместным.

Многотоннажные производства потребляют до 90% высококачественных картонно-бумажных отходов и значительную часть отходов среднего качества. Практически во всех регионах России невостребованной остается низкосортная и смешанная макулатура, которая может быть переработана на малотоннажных установках.

Технологии переработки макулатуры отличаются в зависимости от используемого сырья и целевой продукции. Тем не менее, в каждом процессе можно выделить основные стадии, которые приводят к получению вторичного волокна, используемого в мокрых процессах при изготовлении бумаги, санитарно-гигиенических изделий, картона и гофрокартона. По данной технологии перерабатывается 80-90% всей макулатуры в России.

Переработка макулатуры для мокрых процессов в общем случае включает 5 этапов: роспуск макулатуры, очистка макулатурной массы от посторонних примесей,

термомеханическая обработка, дороспуск макулатурной массы, тонкая очистка макулатурной массы.

В зависимости от марки макулатуры часть этих операций могут быть исключены из технологического процесса.

Роспуск макулатуры на волокна осуществляется в водной среде в гидроразбивателях при концентрации 4-6%. Под действием гидромеханических усилий происходит процесс измельчения макулатуры на кусочки и разделение на волокна.

Готовая суспензия макулатурной массы проходит через отверстия сита и поступает на следующую операцию. В гидроразбивателях происходит и отделение грубых включений из макулатуры – тяжелые удаляются из специального грязесборника, а легкие – в виде текстиля и полимерных пленок удаляются постоянно или периодически. Макулатурная масса после гидроразбивателя содержит как волокна, так и нераспустившиеся кусочки макулатуры. Далее макулатурная масса очищается от тяжелых и легких примесей. Очистка от тяжелых примесей – песка, стекла, скрепок и т.д. осуществляется в очистителях макулатуры, представляющих из себя циклон. Тяжелые примеси осаждаются в грязесборнике и периодически удаляются. Легкие примеси в виде полимерных пленок и кусочков макулатуры удаляются на вибросортировках с отверстием щелевого типа. Прошедшая сито макулатурная масса направляется на дальнейшую перегруппировку.

Очищенная макулатурная масса, содержащая как растительные волокна, так и пучки волокон и кусочки макулатуры проходит стадию дороспуска на специальном оборудовании – энтиштиперах различной конструкции типа конических или дисковых мельниц. Необходимым условием нормальной работы энтиштиперов является тщательная предварительная очистка массы от тяжелых и легких примесей. Статор и ротор энтиштинера оснащены специальной размалывающей гарнитурой, зазор между которыми составляет 0,5-2 мм. В результате турбулентных пульсации и трения массы внутри потока происходит разделение кусочков макулатуры и пучков волокон на отдельные волокна.

Для окончательной очистки макулатурной массы как от узелков и мелких точечных вкраплений широко применяются вихревые конические очистители, которые как правило, устанавливаются в три ступени.

Существует два способа термомеханической обработки – холодный и горячий.

При холодном способе диспергирование проводится при атмосферном давлении и температуре до 95°C, а при горячем – при повышенном давлении до 0,3-0,5 МПа и температуре 130-150°C.

Использование макулатурной массы в композиции бумаги и картона обусловлено следующими обстоятельствами:

1. Не требуется крупных капитальных вложений.
2. Сокращается расход древесного сырья, что приводит к сохранению запасов древесины.
3. Происходит значительная экономия электроэнергии, тепла и химических реагентов
4. Решается ряд экологических проблем, снижается потребление производственной воды, уменьшается ее загрязненность и расходы на очистку, так как при очистке сточных вод в процессе переработки макулатуры образуется значительно меньшее количество осадков, требующих дальнейшей утилизации, чем при использовании первичного сырья.
5. Уменьшаются капиталовложения на строительство цехов, перерабатывающих макулатуру, в сравнении с производством, на котором перерабатывается древесина.
6. Использование макулатуры вместо древесины позволяет уменьшить парниковый эффект в глобальном масштабе, поскольку, в случае вывоза использованных изделий из бумаги и картона на свалки, в атмосферу выделилось бы огромное количество метана.

## ИЗУЧЕНИЕ НОВЫХ СОРБЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СКОРЛУПЫ КЕДРОВОГО ОРЕХА

Телегина Н.Н. – студентка гр. ООС-91, Богаев А.В. – аспирант,  
Горелова О.М. – к.т.н., доцент

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

В последние годы обострились проблемы, связанные загрязнением водоисточников, в то же время, важнейшим показателем качества среды обитания является степень чистоты поверхностных и подземных вод. Сброс неочищенных или недостаточно очищенных стоков в различные водоемы может привести к снижению биоразнообразия и, даже, исчезновению жизни в экосистемах. Наиболее опасными компонентами промышленных сбросов являются тяжелые металлы (то есть имеющие атомный вес больше 40 и плотностью более  $1 \text{ г/см}^3$ ). В растениях тяжелые металлы входят в группу микроэлементов наряду с физиологически необходимыми, такими как цинк, медь, железо, марганец, молибден, кобальт и др.

Все без исключения микроэлементы могут оказывать отрицательное влияние на живые организмы, если концентрация их доступных форм превышает определенные пределы. Специалистами по охране окружающей среды среди металлов-токсикантов выделена приоритетная группа, в которую входят медь и никель, как одни из наиболее опасных для здоровья человека и животных.

В стоках многих промышленных производств соли тяжелых металлов содержатся в концентрациях, значительно превышающих допустимые. Таким образом, подобные стоки перед их сбросом должны проходить очистку на локальных очистных сооружениях.

Удаление ионов тяжелых металлов при локальной очистке стоков может проводиться путем адсорбции или ионного обмена. Традиционные ионообменные материалы, такие как, ионно-обменная смола и волокна характеризуются высокой стоимостью и не всегда высокой сорбционной емкостью. Создание новых сорбентов, обладающих высокой поглотительной способностью, на основе отходов производства и природных соединений позволит снизить затраты на очистку сточной воды тяжелых металлов, в то же время обеспечить защиту гидросферы от загрязнения вышеуказанными токсикантами.

Бентонит – природный глинистый минерал, имеющий свойство разбухать при гидратации в 14-16 раз. При ограничении пространства для свободного разбухания в присутствии воды образуется плотный гель, который препятствует дальнейшему проникновению влаги. Это свойство, а также нетоксичность и химическая стойкость делает его незаменимым в производстве, строительстве и многих других сферах деятельности. В природном состоянии глины обладают различным кристаллохимическим строением основных минералов: монтмориллонита и каолинита, имеющих характерную слоистую структуру, что обуславливает их высокую сорбционную емкость и могут быть использованы при очистке воды. Преимущества сорбционных реагентов на основе глин: экологически чистый продукт; отсутствие коррозионной активности; отсутствие недостатков, характерных для неорганических коагулянтов, связанных с загрязнением обрабатываемой среды вторичными ионами алюминия, сульфатами, хлоридами; сохранение сорбционно-коагуляционных свойств при низких температурах; высокая стабильность и воспроизводимость процесса очистки; высокая эффективность очистки сточных вод от нефтепродуктов, мутности и цветности. Однако способность глины образовывать устойчивый гель при смешивании с водой затрудняет его использование в практике водоочистки. Данную проблему нами предлагается решать путем нанесения бентонита на материал-подложку, в качестве которого может служить скорлупа кедровых орехов.

Переработка кедровых орехов производится в наибольших объемах в Сибирском регионе и отходом является скорлупа, основу которой составляют углеводы (91,73%), с преобладанием клетчатки (69,06%). В состав скорлупы кедрового ореха входят: клетчатка – до 69%, пентозаны – до 22,67%, целлюлоза – до 38,6%, гемицеллюлоза – до 7,7%, лигнины – до 23,8%, смолы и жиры – до 3,4%, зола – до 0,9%, белки – до 1,8%, смолистые вещества,

витамин С, водорастворимые вещества - до 3,6%, а также присутствуют эфирные масла. Скорлупа кедрового ореха богата красящими веществами и танидами (дубильными веществами), которые относят к пирокатехиновому типу. Они способны взаимодействовать с огромным количеством веществ, адсорбировать растворимые вещества на своей поверхности, в частности фенолы, сульфокислоты, сахар, анионы одноосновных жирных кислот (например, уксусной и ее гомологов) и т.д.

Нами было предложено наносить бентонитовую глину на скорлупу кедровых орехов. Для закрепления глины на подложке были использованы отходы флексографической печати, представляющие собой раствор фотополимера в сольвенте.

Соотношение по массе орехов, бентонита, отходов флексографии составило 2:6:2. Орехи увлажнялись раствором фотополимера и опудривались бентонитом, после чего высушивались при температуре 120 °С в течение 10 часов.

Полученный материал подвергался испытаниям. Для нового сорбента изучались зольность, обменная емкость, объем пор, влажность. Также была изучена статическая сорбционная емкость по отношению к ионам никеля и меди. Определения содержания ионов никеля в воде проводилось с помощью фотометрического метода. Концентрация меди в воде определялась с использованием йодометрии. Сорбционная статическая емкость нового материала составила по ионам никеля – 21 мг/г, а по ионам меди 32 мг/г.

Полученный новый сорбционный материал может быть использован в системах локальной очистки воды от ионов тяжелых металлов, а его производство будет способствовать утилизации растительных остатков – скорлупы кедровых орехов, а также токсичных отходов – отработанного сольвента флексографии.

## ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ОТХОДОВ ФАРМАЦЕВТИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

Горелова О.М. – к.т.н., доцент, Попова Т.В. – студентка гр. ООС-91

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

В современном мире сложно представить свою жизнь без применения лекарственных препаратов. Но, к сожалению, фармацевтические производства являются мощными источниками образования жидких не утилизируемых отходов, проблема регенерации повторного использования которых не решена.

В г. Бийске Алтайского края в 2008 году организован биофармацевтический кластер — единственный в стране. Он включает три компонента: химико-фармацевтическое производство, биофармацевтическое производство и производство продуктов питания с заданными полезными свойствами. В 2009 году предприятиями кластера организовано производство сильнодействующего препарата – транквилизатора «Нитразепам» (ФНПЦ «Алтай» совместно с Бийским молеумным заводом).

В процессе синтеза и очистки нитразепама образуется огромное количество жидких токсичных органических и неорганических отходов, содержащих ацетон, бензол, изопропанол, хлорбензойную кислоту, воду, серную кислоту, сульфат натрия и пр. По существующей технологии все отходы в полном объеме подвергаются термической деструкции. Это противоречит современным требованиям ресурсосбережения и экологии.

В ходе производства лекарственного препарата на различных стадиях отходы имеют разный состав и образуют 3 основных потока. Содержание компонентов в отходах представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Состав жидких отходов производства нитрозепама

Номер потока	Содержание компонентов в отходах, % масс.					Масса отхода, т/сут.
	ацетон	бензол	изопропиловый спирт	вода	прочие примеси	
1	-	13,49	11,82	57,48	17,21	0,20
2	-	-	14,65	77,75	7,60	0,13
3	20,62	-	-	66,3	13,08	0,74

Некоторые компоненты данных смесей являются востребованными реагентами, растворителями и могут быть использованы как в собственном производстве, так и в других. Целью нашей работы является поиск оптимального способа разделения отходов на чистые компоненты или фракции, являющиеся товарными продуктами.

Ранее уже проводились исследования по разделению отходов производства нитрозепама методом ректификации и планировался слив всех потоков в один сборник. Нами был рассмотрен состав каждого потока по отдельности и сделан вывод о необходимости раздельных сбора и переработки вышеуказанных жидких сред.

Для создания технологии ректификационной переработки отходов производства нитрозепама были собраны необходимые справочные данные о свойствах чистых веществ (таблица 2).

Таблица 2 - Свойства чистых веществ, входящих в состав отходов производства нитрозепама

Вещество	Молярная масса, г/моль	Температура кипения, °С	Плотность, г/см <sup>3</sup>
Ацетон (А)	58,09	56,24	0,7908
Бензол (Б)	78,71	80,10	0,8895
Изопропанол (ИПС)	60,09	82,40	0,7892
Вода (В)	18,00	100,00	1,0000

Ввиду малого количества отходов было решено все потоки накапливать и поочередно разделять на одной колонне периодического действия диаметром 400 мм.

Ввиду того, что такие примеси, как хлорбензойная кислота, сульфат натрия, нитрозепам имеют значительно более высокие температуры кипения, не образуют азеотропов, при ректификационном разделении их присутствие не учитывали.

В данной работе проводилась параметрическая оптимизация режима колонны в вычислительном эксперименте при разделении каждого потока отходов. Выбор оптимального флегмового числа процесса осуществлялся исходя из минимума энергозатрат при получении продуктов заданного качества. Также учитывалась продолжительность процесса ректификации, которая не должна превышать время накопления отходов.

Отход, содержащий ацетон и воду (поток № 3) будет накапливаться в течение 1 суток в отдельном сборнике, после чего загружаться в куб колонны. Общая эффективность аппарата при всех разгонках была принята 20 теоретических тарелок. По результатам вычислительного эксперимента было установлено, что отбор ацетона в дистиллят без примесей воды невозможен, даже при флегмовом числе 100. Поэтому принималось флегмовое число 5, которое позволяло получать ацетон с содержанием воды 2 % масс. Ацетон такого состава может быть использован при синтезе нитрозепама, поэтому он возвращается в производство.

Наиболее сложным является разделение потоков ИПС-В и Б-ИПС-В, т.к. компоненты этих систем образуют бинарные и тройной азеотропы. Данные термодинамические ограничения не позволят получать чистые вещества в дистиллят.

Смесь Б-ИПС-В (поток 1) указанного состава является гетерогенной, поэтому мы предлагаем накапливать ее в течение 5 суток в сборнике-расслаивателе, где она разделится на водный и органический слой. Для определения состава равновесных жидких фаз было смоделировано равновесие жидкость-жидкость в системе Б-ИПС-В, что позволило также оценить количества фаз.

Органический слой составил 23 % масс. от бутто-состава. Он содержит 88,85 % масс. бензола, 10,34 % масс. изопропанола и 0,81 % масс. воды. При ректификационном разделении с флегмовым числом  $R=3$  в дистиллят сначала будет отбираться смесь азеотропного состава (таблица 3), до тех пор, пока из куба колонны не будут исчерпаны полностью изопропанол и вода. Далее производится отбор бензола, состав которого позволит использовать его в данном производстве.

Таблица 3 – Свойства тройного азеотропа

Система	Концентрация (1) в смеси, %масс.	Концентрация (2) в смеси, %масс.	Температура кипения смеси, °С
Вода (1) – Изопропанол (2)- Бензол (3)	7,5	18,7	66,5

Водный слой, отделенный от потока 1 смешивается с потоком 2, поскольку имеет близкий количественный и качественный состав. Смесь состава, % масс.: 0,11 бензола, 21,84 ИПС, 78,05 воды ректифицируют при флегмовом числе 1 и отбирают в дистиллят смесь изопропилового спирта (70 % масс.) и воды с малой примесью бензола (не более 0,2 % масс.). Данный продукт не востребован в собственном производстве, но может с успехом использоваться при производстве моющих и чистящих средств для стекол и ковров.

Кубовые остатки всех разгонок планируется отправлять на сжигание, ввиду содержания компонентов нитразепама и промежуточных продуктов синтеза.

Реализация предлагаемой технологии позволит регенерировать бензол и ацетон, получить основу для моющих средств, а также минимизировать загрязнение атмосферы продуктами термического разложения.

## ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ ФЕНОЛА ЛУЗГОЙ ГРЕЧИХИ

Евдокимова А.В. - студент, Телепова В.А. - студент, С.А. Бетц - аспирант,  
В.А. Сомин – к.т.н., доцент

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

Фенолы являются одним из наиболее распространенных загрязнений поверхностных вод. Источниками загрязнения фенолами являются стоки предприятий нефтеперерабатывающей, сланцеперерабатывающей, лесохимической, коксохимической, анилинокрасочной промышленности. В сточных водах этих предприятий содержание фенолов может превосходить 10-20 г/дм<sup>3</sup> при весьма разнообразных сочетаниях [1].

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.

Концентрация фенолов в поверхностных водах подвержена сезонным изменениям. В летний период содержание фенолов в водных объектах падает вследствие увеличения скорости распада фенола с повышением температуры воды.

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 [1].

Одними из наиболее распространенных методов очистки воды от фенолов являются сорбционные. Однако их применение зачастую ограничивается из-за дороговизны сорбентов, получаемых главным образом на основе каменного угля. В этой связи перспективным направлением совершенствования систем очистки фенолсодержащих сточных вод является замена традиционных сорбентов на более доступные. В частности, известны примеры использования отходов растениеводства для очистки воды от соединений металлов и нефтепродуктов. Реализация указанного подхода позволит одновременно с очисткой воды решить проблему утилизации объемных отходов. Нами была поставлена цель – изучение возможности использования лузги гречихи для очистки воды от фенолов. Для этого была выбрана лузга гречихи, образующаяся на одном из перерабатывающих предприятий Алтайского края.

Изучение статической сорбционной емкости лузги проводилось путем приготовления растворов с концентрацией фенола от 10 до 500 мг/л. В каждый раствор помещалось по 1 г лузги, после чего смесь перемешивалась и производилось измерение равновесной концентрации фенола в растворе. По полученным данным была построена зависимость, представленная на рисунке 1.

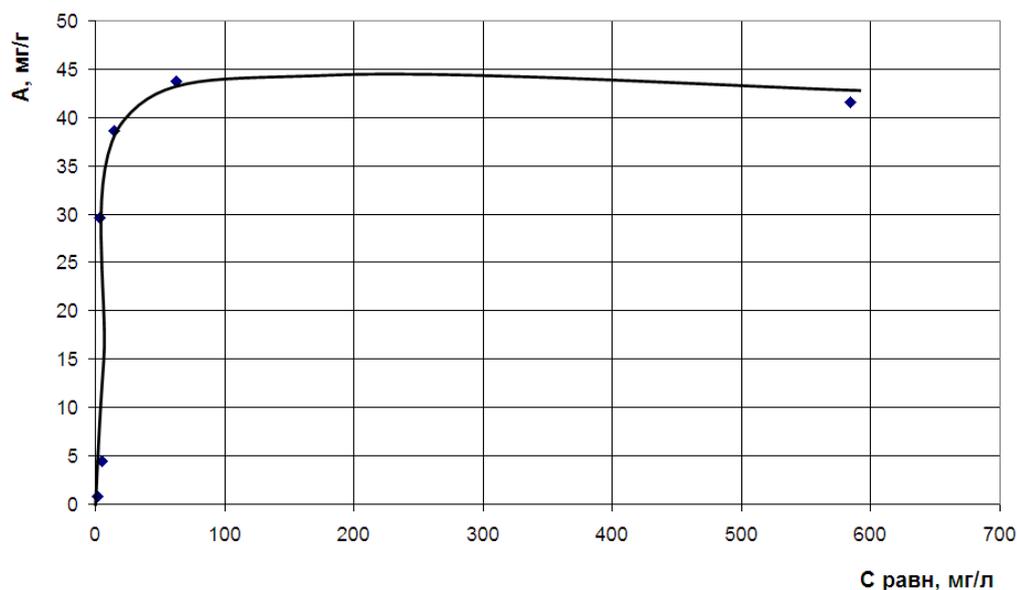


Рисунок 1 – Изотерма сорбции фенола на лузге гречихи

Как видно, статическая емкость лузги гречихи по фенолу достаточно высока и в максимуме достигает 44 мг/г. Изотерма сорбции относится к IV типу по классификации Гильса, что свидетельствует о наличии в материале наряду с микропорами мезо- и макропор.

Таким образом, можно сделать вывод о возможности использования лузги гречихи для очистки фенолсодержащих вод.

# ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ОЧИСТКЕ ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОРБЕНТА НА ОСНОВЕ ДРЕВЕСНЫХ ОТХОДОВ

Сухорукова О.В. – 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)

Загрязнение водных объектов токсичными веществами вследствие выпуска неочищенных и недостаточно очищенных производственных стоков в настоящее время является острой проблемой состояния окружающей среды. Ее решение должно основываться на снижении количества загрязняющих веществ, поступающих в водные объекты, что может быть достигнуто совершенствованием системы водооборота на предприятиях. Это позволит снизить количество сбрасываемой воды, повысить степень очистки, в том числе локальной, сточных вод.

Одними из наиболее перспективных методов очистки сточных вод являются сорбционные. Однако большинство высокоэффективных сорбентов дорогостоящи, что ограничивает их применение. В связи с этим возникает необходимость поиска новых методов получения сорбентов, которые могут отличаться сравнительно высокой эффективностью при небольшой стоимости.

Разработка сорбентов на основе природных материалов органического и неорганического происхождения представляет большой интерес в плане создания недорогих ресурсосберегающих технологий. Такие сорбенты могут быть созданы из возобновляемого сырья – древесины, льна, хлопка или на основе отходов целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей или пищевой промышленности, следовательно, их стоимость гораздо ниже по сравнению с традиционными. Кроме того, использование в качестве основы сорбентов промышленных отходов решает вопрос их размещения и утилизации.

Нами были произведены эксперименты по очистке сточных вод от растворенных нефтепродуктов с использованием в качестве основы для сорбента сосновых и березовых опилок.

Для проведения исследований по изучению процесса очистки нефтесодержащих сточных вод изучена сорбционная емкость березовых и сосновых опилки. Для этого наводились модельные растворы с содержанием нефтепродуктов от 10 до 200 мг/л. В каждый раствор добавлялось по 1 г опилок. Содержимое колб перемешивалось в течение заданного времени, затем производилось отстаивание и анализ раствора на нефтепродукты методом инфракрасной спектроскопии. В результате было выявлено, что максимальная емкость сосновых опилок составила около 8 мг/г, а для березовых – около 19 мг/г (рисунок 1).

Ранее проведенные исследования показали, что обработка опилок растворами щелочей повышает сорбционную емкость по отношению к металлам [1]. Поэтому на втором этапе исследований была проведена модификация сосновых стружек раствором гидроксида натрия концентрацией 200 мг/л. Результаты представлены также на рисунке 1. Как видно, обработка стружек приводит к увеличению сорбционной емкости по отношению к нефтепродуктам в среднем в 2 раза.

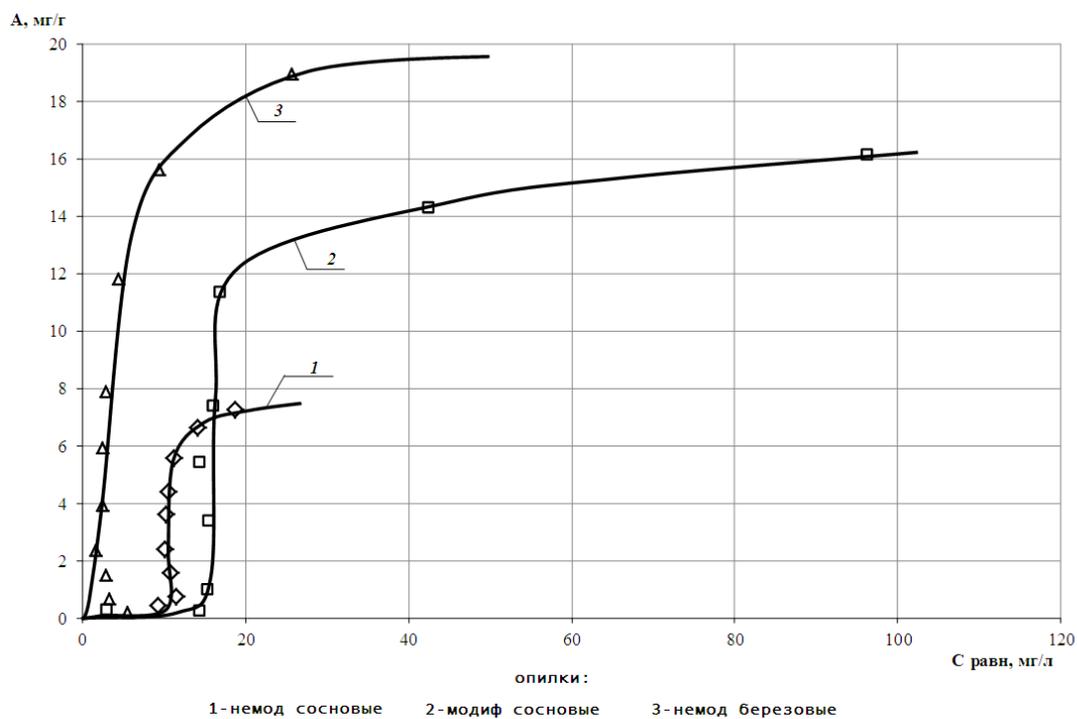


Рисунок 1 – Зависимость сорбционной емкости сосновых стружек (А, мг/г) от равновесной концентрации ( $C_{равн}$ ) нефтепродуктов в растворе

Таким образом, проведенные исследования показали, что опилки могут быть использованы в необработанном виде как сорбционный материал для очистки воды от нефтепродуктов. При использовании сосновых опилок целесообразно проводить их модификацию раствором щелочи.

#### ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ СОРБЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ

Богаев А.В. – аспирант, Черняева Е.С. – студент, Слюнина Т.А. – студент, Полетаева М.А. – к.т.н., доцент

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

Защита водных объектов от деградации в настоящее время является весьма актуальной задачей, которая требует применения новых подходов при очистке сточных вод, в том числе ресурсосберегающих технологий, позволяющих использовать в производственных процессах очищенную воду, тем самым снижая потребление свежей.

Процессы адсорбции и ионного обмена на твердых сорбентах используют для очистки сточных вод от различных токсикантов.

В практике водоподготовки и очистки сточных вод наиболее распространенными являются активированные угли, хорошо сорбирующие органические, в том числе неполярные вещества, например растворители (углеводороды, их галогенпроизводные, простые и сложные эфиры и др.), красители, нефтепродукты. Адсорбционные свойства адсорбентов определяются их текстурой, природой поверхностных функциональных групп. Помимо адсорбционных свойств, важную роль играют их механические свойства (механическая прочность и гранулометрический состав), которые в совокупности определяют эксплуатационную стабильность газо- и гидродинамических характеристик адсорбционных аппаратов, в которых применяется активный уголь. На выбор сорбентов влияют такие характеристики как влажность, зольность, адсорбционная емкость по метиленовому голубому и йоду, отражающие распределение пор сорбента по размерам.

Для получения активных углей может использоваться разнообразное органическое сырьё. С позиции ресурсосбережения перспективным сырьём для получения активных углей

становятся углеродсодержащие отходы (опилки, стружка, скорлупа орехов, фруктовые косточки). Угли, отличающиеся высокой механической прочностью и адсорбционной способностью, получают из скорлупы кокосовых орехов. В Сибирском регионе перспективным сырьем для производства сорбентов, аналогичных по своей структуре сорбенту на основе кокосовой скорлупы, может быть скорлупа кедрового и маньчжурского орехов.

Нами рассматривались промышленные образцы: ДАК, ОУ-Н, БАУ-К, БАУ-МФ Пермского завода сорбентов «АралХимСорб», а также образцы, полученные из скорлупы кедрового ореха:

- скорлупа кедрового ореха отмытая горячей водой (СКО-В);
- скорлупа кедрового ореха после экстрагирования этиловым спиртом (СКО-С);
- скорлупа кедрового ореха после экстрагирования этиловым спиртом и гексаном (СКО-СГ);
- активный уголь (СКОАУ) [1];
- скорлупа кедрового ореха, с нанесенным на неё бентонитом (СКО-Б).

Определена адсорбционная активность по йоду по методике указанной в ГОСТ 6217-74, полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1- Адсорбционная активность по йоду

Сорбент	ДАК	ОУ-Н	БАУ-К	БАУ-МФ	СКОАУ	СКО-С	СКО-СГ
Активность, мл/г	0,00369	0,00546	0,00349	0,0054	0,00178	0,00083	0,00057

Массовая доля воды в сорбентах определялась путем высушивания 1 г образцов в сушильном шкафу при температуре 105-110°C в течение 1 часа ГОСТ 12597-67. Влажность исследуемых образцов представлена в таблице 2.

Полная статическая обменная емкость образцов определялась по стандартной методике ГОСТ 20255.1-89. Полученные данные представлены в таблице 3.

Таблица 2-Массовая доля воды в сорбентах

Сорбент	СКО-С	СКО-СГ	СКОАУ	ДАК	ОУ-А	БАУ-К	БАУ-МФ	СКО-Б
Массовая доля воды, %	21,80	16,40	1,90	1,90	0,00	9,60	7,70	4,02

Таблица 3-Полная статическая объемная емкость сорбентов

Сорбент	СКО-С	СКО-СГ	СКОАУ
Емкость	9,77	2,02	2,76

Так же была определена сорбционная ёмкость по метиленовому синему. Метод основан на количественном определении веществ на основании измерений интенсивности окраски или светопоглощения окрашенных соединений в видимой области спектра в соответствии с оптическим законом Бугера-Ламберта-Бера. Полученные данные представлены в таблице 4.

Таблица 4-Сорбционная ёмкость по метиленовому синему

Сорбент	СКО-В	СКО-С	СКО-СГ	ДАК	БАУ-К	БАУ-МФ	ОУ-А
Емкость, мг/г	0,57	0,98	1,47	4,57	4,64	15,97	16,11

Невысокие значения сорбционной емкости скорлупы кедрового ореха по сравнению с активными углями делает нерентабельным их применение в качестве сорбентов при очистке воды. Однако при получении из скорлупы кедрового ореха активированных углей сорбционная емкость достигает значений близких к показателям известных марок активных

углей, что в перспективе позволит использовать их для очистки сточных вод и создании водооборотных циклов на предприятиях.

Список использованных источников:

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.

## ОБЕЗЖЕЛЕЗИВАНИЕ ПРИРОДНЫХ И СТОЧНЫХ ВОД

Черняева Е.С., Даниленко М.А., Косарёв А.С. – студенты гр. ЭРПХ-11

Сартакова О. Ю. – к.т.н., доцент

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

Железо является четвёртым из наиболее распространённых по массе элементов в земной коре. В воде оно встречается главным образом в двух- и трёхвалентных состояниях. Для подачи воды потребителям в распределительной сети используются как чугунные, так и стальные трубы. Различные соли железа применяются в качестве коагулирующих агентов в подготовке питьевой воды.

В хорошо аэрируемой воде концентрации железа редко бывают высокими, но в восстановительных условиях, которые могут иметь место в некоторых подземных водах, озёрах и резервуарах, и в отсутствии сульфидов и карбонатов, могут обнаруживаться уровни содержания растворимого железа. Присутствие железа в природных водах может быть связано с растворением горных пород и минералов, дренажом кислых шахтных вод, фильтрацией со свалок, сбросом сточных вод и стоками предприятий металлургической промышленности. Железо обычно присутствует в атмосфере в низких концентрациях в результате выбросов металлургических и сталелитейных предприятий, тепловых электростанций и сжигание мусора, но данных относительно его концентрация в атмосферном воздухе немного.

Поступление в организм больших количеств железа вызывает состояние, известное как гематокромоз (обычные регуляторные механизмы работают неэффективно), когда в результате накопления железа развивается поражение тканей. Это состояние редко развивается в результате простой перегрузки железом рациона питания. Однако оно регистрировалось при длительном употреблении кислых продуктов, приготовленных в железной посуде.

Присутствие железа в питьевой воде нежелательно по ряду причин, не связанных со здоровьем. При изменении рН, характерных для систем питьевой воды, соли двухвалентного железа нестабильны и выпадают в осадок в виде нерастворимого гидроксида железа, который оседает в виде налёта ржавого цвета. Такая вода часто неприятна на вкус и окрашивает бельё и водопроводную аппаратуру. Железо, оседающее в распределительной системе, постепенно снижает ток воды; оно также ускоряет рост железобактерий. Эти микроорганизмы получают энергию при окислении двухвалентного железа в трёхвалентное, и в ходе этого процесса откладывается ил, покрывающий трубопроводы.

Очень часто содержание железа в водопроводе, да и в колодцах, скважинах, превышает норму в несколько раз, поэтому проблема обезжелезивания воды стоит особенно остро.

Необходимая степень обезжелезивания воды определяется конечными целями, для которых эта вода будет использоваться. И хотя на сегодняшний день не существует единого универсального метода комплексного удаления всех существующих форм железа из воды, используя ту или иную схему очистки, можно добиться желаемого результата в каждом конкретном случае.

Существуют технические приёмы понижения уровня железа в воде такие как: окислительное обезжелезивание, аэрационное осаждение с использованием коллоидного

железа с коагулянтом, каталитическое окисление с последующей фильтрацией, ионообменный метод, мембраны технологии, биологическое обезжелезивание.

В настоящей работе предлагается исследование по возможности использования сорбентов для обезжелезивания природных и сточных вод.

В качестве адсорбентов исследовались известные угли различных марок: : ДАК, ОУ-Н, БАУ-К, БАУ-МФ Пермского завода «АралХимСорб» а так же образцы, полученные из скорлупы кедровых орехов. Кедровый орех предварительно освобождался от ядер, затем скорлупа обрабатывалась различными способами. При этом были получены следующие образцы кедровых адсорбентов::

- скорлупа кедрового ореха, отмытая горячей водой (СКО-В);
- скорлупа кедрового ореха после экстрагирования этиловым спиртом (СКО-С);
- скорлупа кедрового ореха после экстрагирования этиловым спиртом и гексаном (СКО-СГ);
- активный уголь из скорлупы кедрового ореха (СКОАУ)];
- скорлупа кедрового ореха, с нанесенным на неё бентонитом (СКО-Б).

Для установления концентрации железа в воде использовалась стандартная методика определения оптической плотности на фотоэлектроколориметре. Данный метод определения ионов железа основан на их способности образовывать окрашенные соединения с сульфосалициловой кислотой. Этим способом можно определять концентрацию ионов железа в диапазоне 0,1-10мг./л. Точность определения +- 0,1 мг./л. Предварительно осуществлена калибровка прибора и построен калибровочный график, который в дальнейшем использовался для установления концентрации ионов железа в исследуемой пробе воды.

Методика эксперимента по адсорбционному обезжелезиванию воды заключалась в следующем. Готовились модельные водные растворы, в которые дозировалось определенное содержание железосамонийных квасцов и серной кислоты. Затем проводилась адсорбция, для чего растворы и навески образцов исследуемых адсорбентов помещались в стеклянные колбы объемом 250 мл и 30 минут встряхивались на шейкере при температуре 18 - 20 С. После чего в пробах определялось остаточное содержание железа по указанной ранее методике. Определялась статическая емкость адсорбентов.

Анализ полученных результатов показал, что во всех случаях происходило снижение концентрации железа в воде, однако, при данных условиях, адсорбенты приготовленные из шелухи кедрового ореха оказались менее эффективными. Можно предположить, что данные сорбенты могут зарекомендовать себя лучше при работе с меньшими исходными концентрациям, что несомненно требует экспериментального подтверждения в дальнейших исследованиях.