



Растворы солей в этаноле, снятые относительно раствора сравнения оксима с концентрацией 0,1 мг/мл в указанном интервале спектра 200-400 нм, не поглощали ЭМИ.

Спектры поглощения смесей катионов щелочных металлов Li, Rb с оксимом имеют одну и ту же полосу поглощения при  $\lambda_{\max} = 265$  нм с высокими значениями оптической плотности (таблица 1). Полоса поглощения соли натрия в смеси с оксимом смещена в сторону более длинных волн ( $\lambda_{\max} = 340$  нм).

У ионов  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Sm}^{3+}$  есть две одинаковые связи оксима с ионами металлов ( $\lambda = 250$  и 300 нм).

У ионов щелочных металлов  $\text{Li}^+$  и  $\text{Rb}^+$  с оксимом в отличие от  $\text{Na}^+$  также образуется одинаковая по природе связь ( $\lambda = 265$  нм).

Если  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Sm}^{3+}$  - известные комплексообразователи, то, исходя из свойств химической связи (поляризуемости), ионы щелочных металлов  $\text{Li}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Rb}^+$  с оксимом проявляют также способность к комплексообразованию.

Оксим обладает как поляризующим действием, так и сам поляризуется под действием ионов металлов.

Оксим взаимодействует как с катионами, обладающими сильным поляризующим действием ( $\text{Li}^+$ ,  $\text{Al}^{3+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ ), так и с катионами большой поляризуемости (большой радиус катионов:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Rb}^+$ ).

Исходя из полученных значений оптической плотности при  $\lambda = 250$  нм можно заключить, что взаимодействие оксима с ионами металлов с ростом их радиуса также увеличивается. Самарий ( $\text{Sm}^{3+}$ ) из этой закономерности выпадает.

#### Список источников:

1. Абем, Э. Фурановые и тиофеновые оксимы: синтез реакции и биологическая активность / Э.Абем. // Химия гетероциклических соединений . – 2011. - №2. - С.156-186.
2. Суховёрская А.В. Спектрофотометрическое исследование способности оксима 3-фенил-5,5-пентамителен-4-изоксазолона к комплексообразованию (А.В. Суховёрская, Н.М. Ким, Н.Г. Малюта // Ползуновский вестник . – 2008. - №3. - С.14-16
3. Грановский, Д.А. Металлопрототируемые реакции оксимов /Д.А. Грановский, В.Ю. Кукушкин//Успехи химии . – 2006. - Т.75. - №2. - С.125-140

### Секция «Химическая технология твердого топлива»

УДК 541.183

#### ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ НЕФТЕСОРБЕНТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ

Е.С. Брюханова, ассистент

А.Г. Ушаков, к.т.н., ст. преподаватель

Научный руководитель: Г.В. Ушаков, к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

Для очистки вод от жидких нефтепродуктов активно используют сорбенты, произведенные в основном из специально заготовленных древесных и угольных материалов. При этом в лесопильном производстве и на деревообрабатывающих предприятиях образуется большое количество отходов древесины; не востребованными остаются также угольная пыль,



мелочь и отсев, которые возможно использовать как вторичное сырье в процессах получения сорбентов [1].

Актуальным является разработка нефтесорбентов и создание технологии их получения из вторичного сырья угледобывающих и деревообрабатывающих предприятий. На кафедре химической технологии твердого топлива Кузбасского государственного технического университета имени Т.Ф. Горбачева разработаны нефтесорбенты на основе вторичных углеродсодержащих материалов [2, 3].

Одно из направлений исследования полученных сорбентов – изучение их сорбционных свойств. Рассмотрим нефтесорбент, полученный при переработке сырья методом среднетемпературного пиролиза; исходное сырье включало:  $40 \pm 2$  % мас. остатка анаэробного сбраживания биомассы животноводческих предприятий и опилки деревообрабатывающих предприятий – остальное.

Цель эксперимента – изучение кинетических и термодинамических параметров процесса поглощения нефтепродуктов сорбентами на основе вторичных ресурсов животноводческих и деревообрабатывающих предприятий.

В качестве адсорбтива использовали эмульсии машинного минерального масла в воде с исходной концентрацией 0,1 г/мл, процесс сорбции проводили при температуре 298 К в объеме 50 мл в течении 30 минут.

В работе использовали метод одноступенчатой статической сорбции. Сорбцию проводили добавлением к изучаемым эмульсиям, измельченного до зёрен размером 0-0,5 мм нефтесорбента на подложке, так, чтобы подложка располагалась на границе раздела фаз вода/нефтепродукт. Затем через определенное время подложку с сорбентом извлекали, подвергали сушке и определяли поглощенное количество нефтепродукта гравиметрическим методом.

Для определения оптимальных условий сорбции нефтепродуктов сорбентом построена кинетическая кривая (рисунок 1), которую условно разделили на 4 участка.

На первом участке ступенчатой кинетической кривой (в течение первых двух минут)

сорбция нефтепродукта затруднена, что связано с поверхностным натяжением нефтепродукта на поверхности сорбента. Но уже на 3 минуте силы капиллярного смачивания возрастали, началась сорбция. На 3 участке величина сорбции также возрастала, но незначительно. Полная сорбция масла наблюдалась после 15-минутного взаимодействия, то есть наступало сорбционное равновесие.

Сопоставление

литературных и полученных в работе данных позволило сделать следующий вывод: на втором этапе сорбции существенную роль играет массоперенос на границе раздела фаз и взаимодействие нефтепродукта с поверхностью сорбента, на третьем этапе – внутренняя диффузия масла в доступные по размерам поры сорбента, позволяющая нефтепродукту вновь сорбироваться на внешней поверхности сорбента. Из литературы известно, что все ступенчатые кинетические кривые, аналогичные представленному второму участку, можно описать с помощью уравнений первого порядка, а первый и второй участок не описывается интегральными уравнениями кинетических моделей ни первого порядка, ни второго порядка.

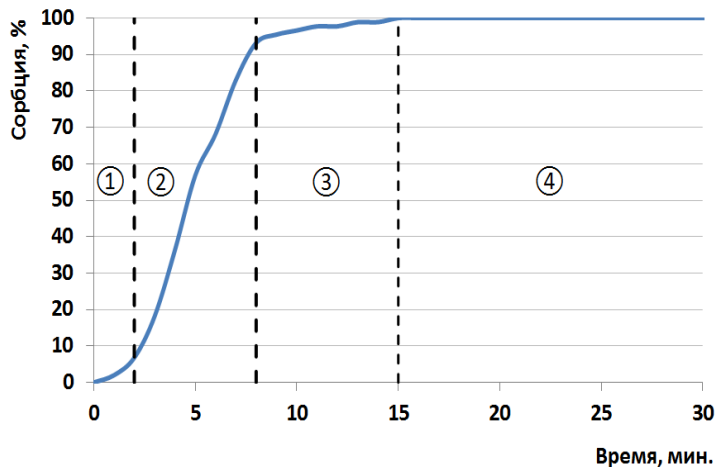


Рисунок 1 – Кинетическая кривая сорбции масла нефтесорбентом



Основные сведения о сорбционных свойствах материала и характере адсорбции на нем нефтепродуктов могут быть получены из изотерм адсорбции, характеризующих зависимость сорбционных свойств ( $\Gamma$ ) от концентрации ( $C$ ) сорбируемого компонента при постоянной температуре:  $\Gamma=f(C)$  (рисунок 2 -).

По классификации Гилльса представленная изотерма, относится к изотермам класса Н и отличается высоким сродством адсорбата к адсорбенту [4].

Для аналитического описания изотермы мономолекулярной адсорбции (рисунок 3 - ) использовали линейную форму уравнения Ленгмюра:

$$(1) \quad \frac{C_{\text{равн.}}}{A} = \frac{1}{A_{\text{пр.}}} C_{\text{равн.}} + \frac{1}{A_{\text{пр.}}k}$$

где  $A$  – удельная адсорбция, г/г;  
 $A_{\text{пр.}}$  – предельная адсорбция, г/г;  
 $C_{\text{равн.}}$  – равновесная концентрация адсорбата, г/мл;  
 $k$  – константа равновесия адсорбции.

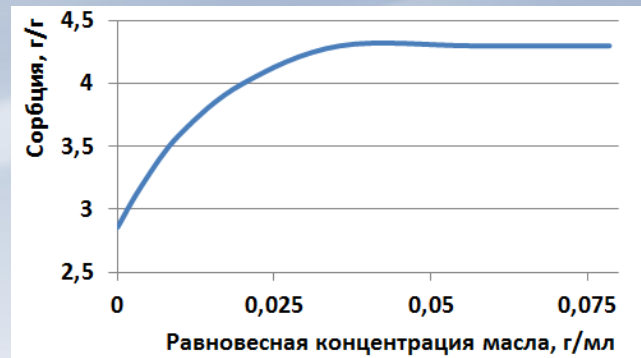


Рисунок 2– Изотерма сорбции масла нефтесорбентом

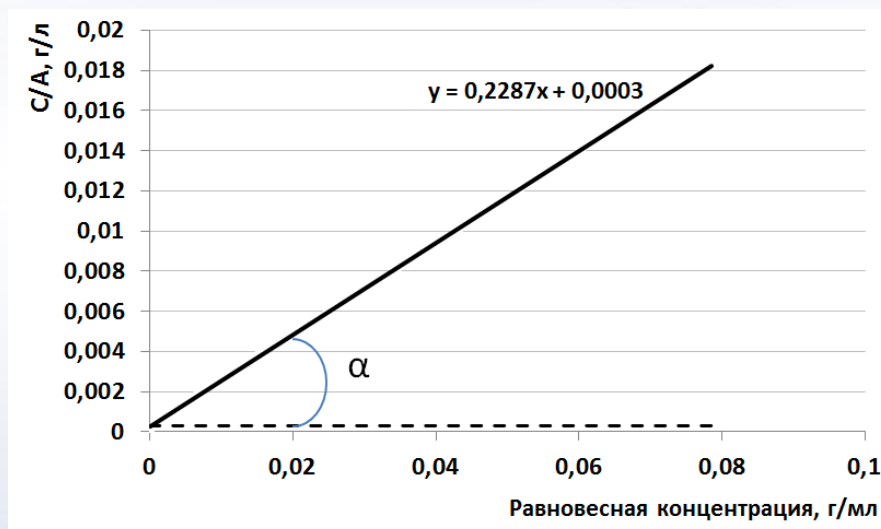


Рисунок 3 – Графическое представление линейной формы уравнения Ленгмюра сорбции масла нефтесорбентом

На основании проведенных экспериментальных данных установлено, что предельная адсорбция масла на нефтесорбенте составила 4,3 г/г, константа равновесия равна 758.

Таким образом, сорбенты, полученные на основе вторичных материалов, пригодны для сбора с водных поверхностей разливов нефтепродуктов.

#### Список источников:

1. Брюханова Е.С. Проблемы утилизации мягких отходов древесины и отходов животноводства / Е.С. Брюханова, А.Г. Ушаков, Г.В. Ушаков // Альтернативная энергетика и экология. – 2010. – № 5. – С. 71-82.
2. Брюханова Е.С. Пиролиз гранул на основе мягких отходов древесины и отходов животноводческих предприятий / Е.С. Брюханова, А.Г. Ушаков, Г.В. Ушаков // Материалы II Международной Казахстанско-Российской конференции по химии и химической технологии. - Караганда: Изд-во КарГУ, 2012. - С. 323-326.



3. Брюханова Е.С. Сорбент на основе вторичного сырья для очистки водных сред от жидких углеводородов / Е.С. Брюханова, А.Г. Ушаков, Г.В. Ушаков // Материалы Всероссийской конференции «Химия и химическая технология: достижения и перспективы». – Кемерово: КузГТУ, 2012. – С. 204-207.

4. Адсорбция из растворов на поверхности твердых тел / Под ред. Г. Парфита. – М., 1986. – 488 с.

УДК 542.943.7

## ГАЗИФИКАЦИЯ ВЫСОКОЗОЛЬНЫХ ОТХОДОВ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ УГЛЯ И ТВЁРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В ПЛОТНОМ СЛОЕ

Р.А. Батуев, студент

Научный руководитель: Б.Г. Трясунов, д. х. н

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачёва.  
г. Кемерово

В настоящее время проблема образования промышленных и бытовых отходов приобретает масштабные значения. Кузбасс с его мощной угледобывающей базой является одним из лидеров среди регионов по образованию промышленных отходов. Так с одной тонны добытого угля образуется от 0,5 до 20 тонн промышленных отходов. На территории Кемеровской области по разным оценкам скопилось 50-70 млн. тонн таких отходов. Отходами добычи угля являются вскрышная порода с вкраплениями пластового угля, а отходами переработки угля является угольный шлам. Зольность этих отходов составляет 70-80%, то есть их можно рассматривать как высокозольное углеродсодержащее сырьё. Сжигание такого сырья становится невозможным, так как он плохо горит и много тепла уходит с раскалённой золой. Обогащать такое сырьё экономически нерентабельно.

Также усиление экологических проблем не только Кузбасса, но и России в целом происходит в связи с образованием твёрдых бытовых отходов. В среднем на одного жителя в год приходится 0,25 тонн бытовых отходов. Сжигание таких отходов нецелесообразно с экологической точки зрения, так как углеродсодержащее вещество твёрдых бытовых отходов содержит в своём составе соединения, которые при сгорании образуют вредные для окружающей среды и здоровья человека вещества. Серьёзную опасность складирования вышеперечисленных отходов является то, что они на открытом воздухе самовозгораются, в результате чего происходит загрязнение воздушного бассейна прилегающих территорий. Под действие атмосферных осадков в почву поступают химически опасные вещества из складываемых отходов. Так из минеральной части отходов добычи и переработки угля в почву и грунтовые воды попадают тяжёлые металлы и радиоактивные элементы, а из твёрдых бытовых отходов различные органические вещества, обладающие канцерогенными свойствами. В результате происходит не только отчуждение территории, но и загрязнение земель на площади, значительно превышающей территорию складирования отходов.

Наиболее перспективным способом переработки вышеперечисленных отходов является газификация. Существует множество конструкций газогенераторов. Наиболее распространены способы газификации в псевдооживленном и стационарном слое топлива и газификация в спутном потоке топлива с газифицирующим агентом. Рассмотрим подробно каждую конструкцию газогенераторов и оценим их пригодность для газификации высокозольных отходов добычи и переработки угля и твёрдых бытовых отходов.

Для начала рассмотрим процесс газификации в псевдооживленном слое сырья. Типичным примером газификации в псевдооживленном слое сырья является процесс Винклера. Газогенератор с псевдооживленным слоем представляет собой футерованную шахту с металлическим кожухом, нижняя часть которой выполнена в виде усечённого конуса. Шнек подаёт в газогенератор мелкозернистое топливо с размером кусков менее 10 мм. К этой конической части может быть пристроена колосниковая решётка, через которую подводится газифицирующий агент. Газ, образующийся в кипящем слое, перемешивается над кольцевым