

*Статья подготовлена в рамках программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г. Шухова.

Библиографический список

1. Семакина О.К. Выбор способа гранулирования сорбентов из отходов производства / О.К. Семакина, Ю.С. Якушева, А.А. Шевченко // *Фундаментальные исследования*. – 2013. - № 8-3. – С. 720-725.
2. Осокин А.В. Анализ существующих способов и технологических средств для компактирования техногенных материалов / А.В. Осокин, М.В. Севостьянов // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*. – 2013. – № 7. – С. 62-66.
3. Севостьянов М.В. Аналитические исследования процесса формирования вязко-пластичного материала в фильерах плоскоматричного гранулятора / М.В. Севостьянов, А.В. Осокин // *Вестник Тамбовского государственного технологического университета*. – 2019. – №1. С. 98 – 107.
4. Классен П.В. Основы техники гранулирования (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии). / П.В. Классен, И.Г. Гришаев – М.: Химия, 1982. – 272с.
5. Кучинкас З. М., Кучинская В.И., Особов В.И., Фрегер Ю.Л. Оборудование для сушки, гранулирования и брикетирования кормов / З.М. Кучинкас, В.И. Кучинская, В.И. Особов, Ю.Л. Фрегер – М.: Агропромиздат, 1988. – 208 с.
6. Ильина Т.Н. Конструктивно-технологические совершенствование агрегатов для гранулирования порошкообразных материалов / Т.Н. Ильина, М.В. Севостьянов, Е.А. Шкарпеткин // *Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова*. – 2010. – №2. – С. 100-102.
7. Shkarpetkin, E.A. Investigation of methods and equipment for compaction of composite mixtures during their granulation / E.A. Shkarpetkin, A.V. Osokin, V.G. Sabaev // *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. - 2018. - №327. - 042118.

УДК 628:1:628:34

**Шумкова И.Н., соиск.,
Шайхиев И.Г., д-р техн. наук, доц.,
(КНИТУ, г. Казань, Россия)
Свергузова С.В., д-р техн. наук, проф.,
Сапронова Ж.А., д-р техн. наук, доц.
(БГТУ им.В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия)**

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ОТХОДА ВОДООЧИСТКИ НА НЕФТЕПОГЛОЩЕНИЕ

Изучено влияние температуры обжига отхода, образованного в результате подготовки питьевой воды, на способность поглощать нефтепродукты. Определены значения максимальной маслосмачиваемости и водопоглощения термически модифицированных образцов отхода, построены

графики зависимости. Найдено, что термообработка отхода увеличивает его способность поглощать нефтепродукты.

Ключевые слова: отход водоочистки, маслосодержимость, водопоглощение, термическая модификация, адсорбция, чистые и отработанные масла.

В процессе подготовки питьевой и технической воды образуются отходы (шлам), который только в России исчисляется миллионами тысяч тонн в год. Этот отход занимает огромные территории, тем самым способствует отторжению сельскохозяйственных земель.

Другой проблемой современности, уже доросшей до мировых масштабов, является загрязнение природных вод органическими токсикантами в результате некачественной очистки сточных вод [1, 2].

Объединив эти проблемы, возможно решить сразу две задачи – вторично использовать отходы производства и производить очистку химически загрязнённых сточных вод.

В настоящее время активно исследуется возможность использования шлама водоподготовки ТЭЦ в роли адсорбционного материала для очистки сточных вод от ионов тяжелых металлов [3-5], нефти и нефтепродуктов [6-9] и других загрязнителей.

В данной работе в качестве адсорбента нефтепродуктов использовался отход, образованный в результате подготовки питьевой воды для населения г. Нижнекамск, состав которого принципиально отличается от состава шлама ТЭЦ в виду различия применяемых технологий очистки воды.

Ранее нами был определен состав образующегося немодифицированного отхода водоочистки и его максимальная маслосодержимость в статических и динамических условиях.

Основными неорганическими компонентами исследуемого материала являются кварц (SiO_2), сепиолит ($\text{Mg}_3[\text{Si}_4\text{O}_{11}] \cdot n\text{H}_2\text{O}$), кальцит (CaCO_3), каолинит ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) и анортит ($\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$).

В проведенных исследованиях в качестве исходного материала использовался отход водоочистки, высушенный в сушильном шкафу в течение 8 часов при температуре 105°C .

Для определения значения максимальной маслосодержимости в статических условиях и водопоглощения, в чашку Петри заливался нефтепродукт (НП) или вода и помещалась латунная сеточка с размером ячеек 0,5 мм. Затем на поверхность насыпался 1 г исследуемого адсорбционного материала (СМ). Через определенные промежутки времени после начала опыта, сеточка извлекалась вместе с СМ, насыщенным НП или водой. После стекания избыточного количества масла (воды) образец взвешивался на весах. Максимальная

маслоемкость (водопоглощение) определялась как отношение поглощённого НП или воды к массе исходного СМ.

При определении маслоемкости в динамических условиях в стеклянную колонку загружалось 3 г образца СМ, через которую пропусклось 6 г масла с расходом 1 капля в секунду. Весовым методом определялась масса прошедшего через слой СМ НП, а затем расчетным - количество поглощенного масла.

В качестве сорбатов использовались чистые и отработанные масла марок 5W40, 15W40, И-20А.

Таблица 1 - Значения максимальной маслоемкости исходного отхода водоочистки в статических и динамических условиях

Условия проведения эксперимента	Значения максимальной маслоемкости, г/г		
	5W40 _{чист./отраб.}	15W40 _{чист./отраб.}	И-20 _{чист./отраб.}
Статические условия	1,55/1,50	1,49/1,46	1,52/1,49
Динамические условия	0,50/0,65	0,47/0,56	0,43/0,46

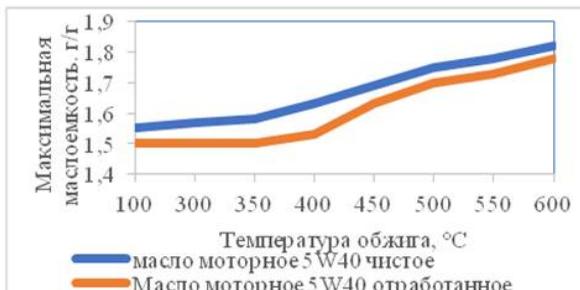
По полученным результатам (таблица 1) определено, что немодифицированный отход водоочистки (далее ОВ) имеет невысокие значения маслоемкости. Максимальная маслоемкость наблюдается при адсорбции чистого масла марки 5W40 – 1,55 г/г. Водопоглощение исследуемого материала составляет 1,85 г/г.

Для определения протекающих термодинамических процессов и изменения массы ОВ, при постепенном повышении температуры проведен дифференциальный термический анализ, согласно которому масса исследуемого образца ОВ интенсивно снижается с увеличением температуры нагрева до 600 °С. Дальнейшее увеличение температуры не приводит к значительному изменению массы. Этот факт объясняется разложением органических веществ, входящих в состав ОВ. Содержание влаги и органических веществ в исследуемом образце составляет 46,08%, остаточная масса (зольность) – 53,92%.

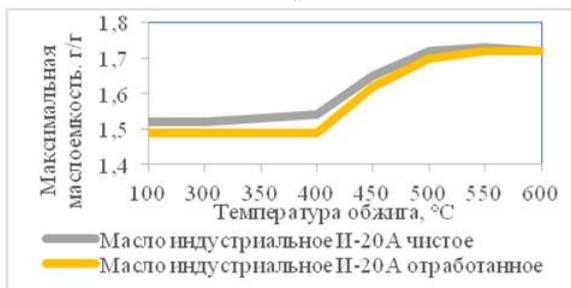
Для получения термически модифицированных отходов водоочистки (ТМОВ) исходный отход водоочистки (ИОВ) подвергался прокаливанию в муфельной печи в течение 1 часа при температурах от 300°С до 600°С с интервалом 50°С.

С повышением температуры обжига замечено изменение окраски: с коричневого для ИОВ до черного для ТМОВ₄₅₀₋₆₀₀. Данное обстоятельство объясняется разложением органических веществ, сопровождающееся образованием углерода.

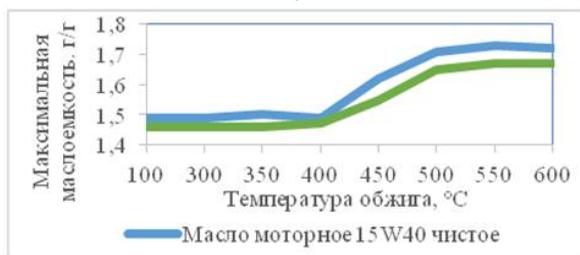
По результатам проведенных исследований построены графики зависимости максимальной маслоемкости от температуры обжига ОВ (рисунк 1).



а



б



в

Рис.1 - Зависимость изменения максимальной маслосъемкости от температуры обжига ОВ при контактировании с: а) маслом моторным 5W40 (чистым и отработанным), б) маслом индустриальным И20-А (чистым и отработанным); в) маслом моторным 15W40 (чистым и отработанным)

Как видно из графиков, значения максимальной маслосъемкости для ТМОВ резко увеличиваются при температурах обжига свыше 400 °С. Максимальное значение маслосъемкости в статических условиях наблюдается у ТМОВ₆₀₀ при использовании в качестве собрата чистого масла 5W40 – 1,83 г/г, а минимальное - для этого же образца отхода у масла 15W40 – 1,67 г/г.

Максимальная маслосеmкость в динамических условиях также увеличивается в среднем на 28 %. Наибольшее значение зафиксировано у ТМОВ₆₀₀ с использованием в качестве сорбата чистого масла 5W40 – 0,77 г/г.

Максимальное водопоглощение ТМОВ₆₀₀ составило 2,05 г/г.

Таблица 2 - Максимальные значения маслосеmкости в динамических условиях

	Максимальная маслосеmкость, г/г		
	5W40 _{чист./отраб}	И20-А _{чист./отраб}	15W40 _{чист./отраб}
ИОВ	0,50/0,65	0,43/0,46	0,47/0,56
ТМОВ ₆₀₀	0,77/80,67	0,68/0,73	0,69/0,74

Полученные результаты показали, что с увеличением температуры обжига ОВ способность отхода водоочистки поглощать НП увеличивается, однако, полученные образцы имеют еще недостаточно высокие значения маслосеmкости, позволяющие использовать этот вид отхода в производственных масштабах, в связи с этим необходимо дальнейшее изучение возможных способов его модификации.

Работа выполнена в рамках реализации Программы развития опорного университета на базе БГТУ им. В.Г.Шухова с использованием оборудования на базе Центра Высоких технологий им. В.Г. Шухова.

Библиографический список

1. Пиковский Ю.И. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде / Ю. И. Пиковский. - М.: Изд-во МГУ, 1993. – 206 с.
2. Мухутдинов А.А. Основы и менеджмент промышленной экологии / А.А. Мухутдинов, Н.И. Борознов, Б.Г. Петров, Т.З. Мухутдинова, Д.К. Шаяхметов/ - Казань: Магариф. – 1998. – 404 с.
3. Свергузова С.В. Использование шлама Белгородской ТЭЦ в водоочистке от ионов никеля / С.В. Свергузова, М.Ф. Сахаб, И.Г. Шайхив // Вестник технологического университета. – 2017. – т. 20. - № 8. – С. 138-140.
4. Свергузова С.В. Исследование физико-химических свойств шлама водоочистки Белгородской ТЭЦ / С.В. Свергузова, А.А. Внуков, В.А. Юрченко, И.Г. Шайхив // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – т. 17. - № 18. – С. 164-166.
5. Свергузова С.В. Модифицированный шлам химводоподготовки как реагент для очистки сточных вод от ионов Fe(III) / С.В. Свергузова, А.А. Внуков, К.И. Шайхив // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – т. 17. - № 22. – С. 226-268.
6. Николаева Л.А. Сорбционные свойства шлама осветлителей при очистке сточных вод электростанций от нефтепродуктов / Л.А. Николаева, Е.Н. Бородай, М.А. Голубчиков // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2011. - № 1-2. – С. 132-136.

7. Николаева Л.А. Повышение сорбционных свойств шлама осветлителей при очистке сточных вод электростанций от нефтепродуктов / Л.А. Николаева, М.А. Голубчиков // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2011. - № 3-4. – С. 112-116.

8. Николаева Л.А. Изучение сорбционных свойств шлама осветлителей при очистке сточных вод ТЭС от нефтепродуктов / Л.А. Николаева, Е.Н. Бородай, М.А. Голубчиков // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2011. - № 1-2. – С. 132-136.

9. Николаева Л.А. Очистка оборотных и сточных вод ТЭС от нефтепродуктов модифицированным шламом водоподготовки / Л.А. Николаева, Р.Я. Исхакова // Теплоэнергетика. – 2017. - № 6. – С. 72-78.