

УДК 502.1

## **ВВЕДЕНИЕ МАГНЕТИТА В НЕФТЕСОРБЕНТ ДЛЯ ПРИДАНИЯ ЕМУ МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫХ СВОЙСТВ**

Е.А. Квашевая, студент гр. ХТб-131, IV курс, Е.С. Ушакова, к.т.н., ст. преподаватель, И.В. Козлова, магистр ХТм-161, I курс  
Научный руководитель: А.Г. Ушаков, к.т.н., доцент  
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

По данным на 2014 год у зарубежных компаний, таких как Total, BP, Exxon – количество аварий с разливами нефтепродуктов в окружающую среду составляет от 100 до 300 эпизодов. В то же время в России «Роснефть» заявила о 5797 случаях прорыва промысловых трубопроводов, «Лукойл» – 3114 случаев, «Башнефть» – 1132 аварии [1].

Российская нефтяная промышленность из-за изношенности труб разливает примерно 30 миллионов баррелей нефти в год. Стоит отметить, что этот показатель в шесть раз превысил объем рекордного разлива нефтяной платформы «Deepwater Horizon» в Мексиканском разливе [2].

По оценке Гринпис, каждый год на нефтепроводах происходит более 10 000 аварий, из-за чего российскую нефтяную промышленность можно назвать самой грязной в мире [3]. Точная цифра никому не известна. Необходимо сказать, что утечка менее восьми тонн классифицируется как «случайность» и официально не регистрируется [4].

Анализируя данную ситуацию предприятия и экологические службы до сих пор находятся в поиске средств для эффективной ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов. Решение этой проблемы является поиск дешевых и эффективных методов очистки воды. Под эту характеристику подходит метод сорбционной очистки твердыми сорбентами, избирательно поглощающими из среды необходимые компоненты. Этот способ привлекателен своей высокой эффективностью, является экономически выгодным.

В качестве сырья для получения нефтесорбента могут служить отходы деревообрабатывающей промышленности, животноводческих ферм, биологических очистных сооружений. Большое количество таких отходов в настоящее время полностью не перерабатывается, а складывается на открытых площадках, что создает опасность нарушения экологического равновесия прилегающих территорий. С другой стороны, указанные отходы в связи с содержанием большого количества углерода могут быть использованы в качестве сорбентов.

Необходимо отметить, что ликвидация аварийных последствий считается незамедлительным действием, но процесс сбора достаточно трудоза-

тратный и длительный. Как правило имеющиеся сейчас средства не обладают высокой эффективностью.

Именно поэтому **целью** проекта является разработка технологии получения магнитоуправляемого сорбента – «Магнесорб».

Основу магнитного сорбента «Магнесорб» в представленной работе получали из смеси наполнителя (древесных отходов) и органического связующего (обезвоженного избыточного активного ила очистных сооружений после анаэробного сбраживания).

Для проведения процесса анаэробного сбраживания биомассу смешивали с водой для создания влажности 95-97% мас., и помещали в реактор-метантенк. Объем загружаемой смеси составлял 7,5 л. Загрузку реактора осуществляли наполовину, чтобы, при увеличении объема сбраживаемого материала за счет образующейся внутри смеси биогаза, предотвратить забивание газопроводов. Аппарат герметизировали. Длительность процесса анаэробного сбраживания на лабораторной биогазовой установке составляла 20 суток, при температуре 37 °С. Для окончательного обеззараживания связующего реактор-метантенк нагревали до 54 °С и выдерживали температуру в течение суток. После чего реактор-метантенк охлаждали, вскрывали [5].

Полученный после анаэробной переработки связующий материал в смеси с опилками использовали как сырье для получения формованных гранул. Окачивание изучаемых смесей проводили на лабораторном грануляторе барабанного типа. Лабораторный гранулятор включал в себя барабан из полиэтилена высокого давления диаметром 0,27 м и длиной 0,31 м, и электромеханическую часть. Гранулирование проводили в течение 15 мин. После окончания гранулирования сырые формованные гранулы высушивали до постоянной влажности в грануляторе с применением вентиляторов [6].

Полученные формованные гранулы направляли на пирогазетическую переработку, которая включала в себя пиролиз их в собственной среде при температуре 500°С. После процесса пиролиза ведется охлаждение продукта в инертной среде [7].

Для придания уже разработанному составу нефтесорбента магнитных свойств возможно использование магнетита ( $\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ ) — широко распространённый минерал чёрного цвета из класса оксидов. Магнетит – черные, по окраске, непрозрачные кристаллы кубической сингонии с плотностью 4,9-5,2 г/см<sup>3</sup>. Блеск обычно металлический, но иногда бывает жирно-смоляной или матовый. Обладает сильными ферромагнитными свойствами. Может истираться в песок, который не теряет магнитных свойств. При поднесении магнита магнетитный песок притягивается к полюсам магнита [5].

Однако, чтобы добиться магнитоуправляемости сорбента необходимо правильно ввести его в состав. В работе рассмотрено три модели распределения магнитных частиц в сорбенте.

Первое – это расположение магнетита на поверхности сорбента (рис.1а). При этом частицы магнетита отслаиваются от основного состава уже до пиролиза, поэтому этот путь далее не рассматривается.

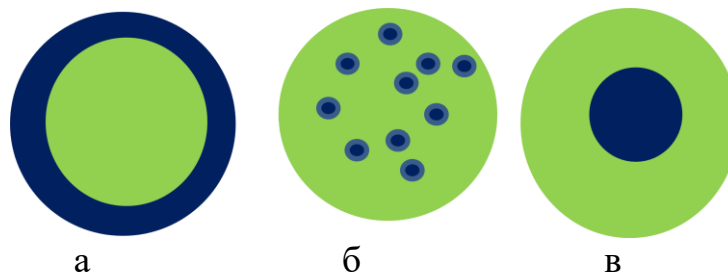


Рис. 1. Способы распределения частиц магнетита в нефтесорбенте: а – «на поверхности»; б– «в объеме»; в – «ядро»; ● – смесь наполнителя и связующего; ● – магнетит

Вторая модель (рис. 1б) – распределение частиц магнетита в объеме сорбента. Эта модель реализуется на стадии смешения связующего и наполнителя, где дополнительно вводится необходимое количество порошкообразного магнетита.

Способ введения магнетита в объем гранулы показал свою эффективность.

На рисунке 2 изображен эксперимент по определению зависимости силы притяжения разрабатываемых нефтесорбентов с различным содержанием магнетита от расстояния до магнита.



Рис. 2. Эксперимент по определению силы притяжения сорбентов к магниту

Для определения использовали:

- пластиковую линейку с делениями;
- неодимовый магнит квадратной формы серии 25x25x8 №96, массой 67 г и силой на отрыв 16 кг, коэрцитивной силой 955 кА/м, магнитной энергией 263-287 кДж/м<sup>3</sup>, с рабочей температурой 80°С.
- образцы сорбентов с содержанием магнетита от 5 до 50% от смеси наполнителя и связующего.

Результаты эксперимента приведены на рисунке 3.

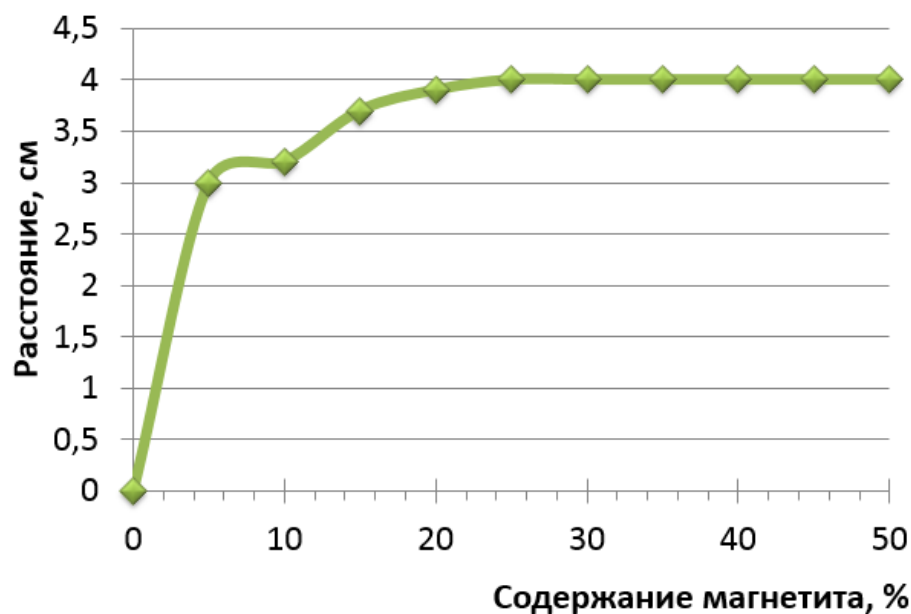


Рис. 3. График зависимости силы притяжения (расстояния от магнита до сорбента) от содержания в нефтесорбенте магнетита

Как видно при введении 5-10% мас. магнетита в сорбент притяжение к магниту наблюдается на расстоянии 37 мм, после дополнительного введения магнетита это значение практически не изменяется. На практике для увеличения расстояния от магнита до нефтесорбента необходимо увеличивать магнитную силу поля, увеличивая размер или выбирая другой материал магнита.

Третий вариант введения магнетита – «ядро» – необходимо проводить на стадии гранулирования, когда на сформованный в виде шарика магнетит наносится методом окатывания смесь наполнителя и связующего. из магнетита которое составляет основу сорбента (рис. 1в). Однако при этом возникает проблема поиска эффективного связующего для магнетита, обладающего следующими характеристиками:

- связующие свойства по отношению к магнетиту;
- температура плавления выше 800°C;
- химическая реакционная стойкость;
- проницаемость для магнитного поля;
- низкая плотность;
- высокая прочность на сжатие и истираемость.

Таким образом, наиболее перспективным является введение магнетита в сорбент в качестве ядра в количестве 5-10% мас. от смеси связующего и наполнителя.

#### Список литературы:

1. Экологический демпинг российской нефти [Электронный ресурс] // URL: <http://flb.ru/info/61077.html> (дата обращения: 10.07.2016);

2. Почему нефтеразливы стали нормой для России? [Электронный ресурс] // URL: <https://salt.zone/radio/1452> (дата обращения: 13.06.2016);
3. Нефтяные разливы в России [Электронный ресурс] // URL: <http://www.greenpeace.org/russia/ru/campaigns/oil-spills/> (дата обращения: 15.07.2016);
4. Утечки нефти в России наносят непоправимый ущерб [Электронный ресурс] //URL: <http://inosmi.ru/russia/20111218/180661918.html> (дата обращения: 10.07.2016);
5. Брюханова, Е.С. Процессы получения нефтесорбента пиролизом гранул на основе древесных отходов и органического связующего в слоевых аппаратах. [Текст] : дис. к.т.наук: 05.17.08: защищена 11.06.14: утв.10.06.15 / Брюханова Елена Сергеевна. – Кемерово, 2014. – 152 с.;
6. Квашевая Е.А., Ушаков А.Г. Ликвидация аварийных разливов и нефтепродуктов [Текст] // Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Экология и безопасность в техносфере: современные проблемы и пути решения»: сб. трудов – Юрга, 2015. Т. 2., стр. 92-94;
7. Квашевая Е.А., Ушакова Е.С. Гидрофобизированный магнитоуправляемый сорбент из отходов промышленных предприятий «Магнесорб» [Текст] // VI Евразийский экономический форум молодежи Eurasia green. Тезисы работ участников Международного конкурса научно-исследовательских проектов молодых ученых и студентов: сб.тезисов – Екатеринбург, 2015. Стр. 21-23.