

УДК 504.3.054

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МАГНЕТИТОВ РАЗЛИЧНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МАГНИТОУПРАВЛЯЕМЫХ НЕФТЕСОРБЕНТОВ

Квашева Е.А., магистрант 1 года обучения, ХТм-171

Ушакова Е.С., к.т.н., доцент

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

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

Одним из наиболее опасных веществ, загрязняющих среду обитания, учитывая широкие масштабы использования – являются жидкие углеводороды. На сегодняшний день проблема ликвидации аварийных разливов нефти на водных акваториях связана с высокой скоростью распространения нефти по водной поверхности и неконтролируемостью данного процесса. Нефть при распределении по водной поверхности образует тонкую пленку большой площади. Одна тонна нефти, при попадании в водный ресурс загрязняет площадь в размере 12 км<sup>2</sup>. С помощью космической съемки зафиксировано, что около 30 % Мирового океана покрыто нефтяной пленкой [1]. Повышенная загрязненность характерна для вод Средиземного моря и Атлантики. Для сокращения последствий аварий разлитых нефтепродуктов необходимо с максимальной скоростью и эффективностью провести операции по сбору разлива нефти.

В мировой практике для удаления нефти и нефтепродуктов из воды в основном применяют механические методы с использованием сорбентов, которые способны поглощать углеводороды и при этом оставаться на водной поверхности. Однако применяемые на сегодня сорбенты не всегда отвечают требованиям эффективной ликвидации разливов нефти. Сорбенты как правило достаточно легкие, поэтому рассеивать их затруднительно, так же как и собирать. После насыщения нефтью они обладают парусностью и способны быстро передвигаться под действием ветра и течений, что ограничивает возможность их применения. Придание сорбентам магнитных свойств позволит облегчить процесс сбора с поверхности и повышение эффективности их применения за счет возможности управления ими даже в критических погодных условиях.

При анализе рынка магнитных сорбентов было выявлено, что данное направление представлено только в качестве научно-исследовательских работ. Был найден патент на способ получения магнитного композиционного сорбента. Целевой продукт содержит в своем составе магнитный наполнитель, и обладает магнитными свойствами и повышенной сорбционной емкостью. Но известный композиционный сорбент

предназначен в основном для сбора (удаления) тяжелых металлов и радионуклидов в загрязненных средах [2].

В другом патенте предложен другой способ получения графитового сорбента, включающий использование для создания магнитного сорбента графита и органической жидкости [3]. Недостатками указанного способа является потенциальная опасность используемых органических жидкостей для живых организмов водоемов и почв, а также дороговизна основного компонента – графита.

Существует способ получения порошкообразного магнитного сорбента для сбора нефти, масел и других углеводородов, включающий применение ферромагнетиков железной руды в виде  $Fe_3O_4$  и/или  $Fe_2O_3$  [4]. Недостатком этого способа является применение сорбента в порошкообразном виде в связи с чем возможно запыление атмосферы, а также они обладают низкой сорбционной емкостью.

На кафедре Химическая технология твердого топлива КузГТУ предложен способ получения магнитного нефтесорбента из органического связующего (биомассы), углеродосодержащих наполнителей и магнетит. В качестве связующего возможно использовать животноводческие отходы или избыточный активный ил, образующийся в результате очистки сточных вод.

В качестве наполнителя используют углеродосодержащие отходы, которые могут быть представлены в виде древесных, угольных или коксовых отходов.

Магнетит при точке Кюри ( $585\text{ }^{\circ}C$ ) теряет магнитные свойства, но при охлаждении восстанавливает их. Температура плавления магнетита  $1591\text{--}1597\text{ }^{\circ}C$ , до данной точки масса остается неизменной [5].

В лабораторных условиях биомассу, магнетит различного происхождения и углеродосодержащие отходы смешивают, направляют в грануляторы для получения гранул (окатывание) и сушку.

На данный момент возможно использование 2-х видов магнетита, это синтетический магнетит и извлеченный из угольной золы.

В процессе сжигания углей минеральные компоненты переходят в золу и шлак, которые являются отходами энергетического производства и накапливаются в золоотвалах. На теплоэлектростанциях, в зависимости от способа и качества угля, его сжигают при высоких температурах – от  $1500$  до  $1800\text{ }^{\circ}C$ . При таких температурах минеральные компоненты углей распадаются или плавятся. Железо присутствует в углях в основном в составе минералов пирита ( $FeS_2$ ) и сидерита ( $FeCO_3$ ). Больше его количество находится в форме железоорганических соединений. В процессе сжигания угля происходит термохимическое преобразование всех этих соединений в минерал магнетит ( $Fe_3O_4$ ).

При нахождении в расплавленном, распыленном и взвешенном в струе дымовых газов состоянии, капли магнетита приобретают форму шариков. Размер таких шариков колеблется в диапазоне от  $20$  до  $100\text{ мкм}$ . Примерное

содержание в золе – от 3 до 16 %, ежегодное производство, ориентировочно может составлять составляет десятки тысяч тонн [6].

В таблице 1 представлены характеристики формованных гранул при добавлении в их состав магнетитов разного генезиса.

Таблица 1  
 Сравнение основных характеристик образцов формованных гранул

Параметр	Гранулы без магнетита	Гранулы с синтетическим магнетитом (Производство: Россия)	Гранулы с магнетитом из угольной золы (Производство: Россия)
Состав связующее наполнитель (древесные опилки)	21 % мас.	21 % мас.	21 % мас.
Магнетит	79 %	75 % 4 %	75 % 4 %
Фракция	2-10	2-10	2-10
Влажность ( $W_{гр.i}^a$ ), % мас.	7,8	6,3	8,59
Зольность ( $A_{гр.i}^d$ ), % мас.	7,6	19,7	21,0
Плотность ( $\rho_{гр.i}$ ), кг/м <sup>3</sup>	385	615	789
Плотность насыпная ( $\rho_{гр.i}^{нас}$ ), кг/м <sup>3</sup>	181	195	162
Выход летучих веществ ( $V_{гр.i}^d$ ), % мас.	73,3	65,5	56,62
Прочность на сжатие ( $P_{гр.}$ ), кг/гранула	1,520	0,769	1,03
Влагоемкость (Вл), г/г	4,5	4,38	4,13
Нефтеемкость (Н), г/г	3,7	3,5	3,3
Магнетизм (М), см	-	3,06	3

Из данной таблицы видно, что при добавлении разных видов магнетита в одинаковом процентном соотношении, существенных изменений показателей гранул не происходит. Следовательно, в работе, возможно использовать оба вида магнетита. Однако применение магнетита, полученного из угольных отходов экономически целесообразнее, т.к. это является переработкой вторичного материала.

После процесса гранулирования гранулы поступают на процесс пиролиза, в результате которого получаем твердый остаток – карбонизат. После его охлаждения получается целевой продукт – магнитные сорбенты, которые представляют собой пористые гранулы черного цвета фракционного состава 2-10 мм.

Таким образом, экспериментально доказано, что при использовании магнетита, в составе продукта, не понижает показатели его основных характеристик. Любой из представленных, в данной статье магнетит, подходит для данной технологии. Имея в своем составе магнитную составляющую, сорбент приобретает магнетизм, а потребитель возможность контроля над нефтесорбентом в любых погодных условиях.

#### Список литературы

1. Гридин А.О. Разработка технологии очистки воды гидрофобными органоминеральными сорбентами с магнитными свойствами, полученными на основе горного сырья [Текст] : дис ... канд. т. наук : 25.00.36: защищена 23.12.2001 / Гридин Андрей Олегович. – Москва, 2001. - 203 с.
2. Пат. 2547496 Российская Федерация, МПК С 2 В 20/06, 20/26, 20/30. Магнитный композиционный сорбент [Текст] / Кыдралиева К.А., Юрищева А.А., Помогайло А.Д., Джардималиева Г.И., Помогайло С.И., Голубева Н.Д. (Россия). – № 2012128946/05; заявл. 10.07.12; опубл. 10.04.2015, Бюл. № 10.;
3. Пат. 2355632 Российская Федерация, МПК С 1 С01В31/04. Способ получения терморасширенного графита [Текст] Милошенко Т.П., Фетисова О.Ю., Щипко М.Л. (Россия). – № 2007143209/15; заявл. 21.11.2007; опубл. 20.05 2009, Бюл. № 12.;
4. Пат. 2462303 Российская Федерация, МПК С 2 В 20/10, 20/06, 20/22. Порошкообразный магнитный сорбент для сбора нефти, масел и других углеводородов [Текст] Миргород Ю.А., Емельянов С.Г., Борщ Н.А., Федосюк В.М., Хотынюк С.С. (Россия). – № 2010150749/05; заявл. 10.12.2010; опубл. 27.09. 2012, Бюл. № 27.;
5. Флорес Ариас М.М. Разработка сорбента с магнитными свойствами на основе оксидов железа и отходов металлургического производства для ликвидации аварийных разливов нефтепродуктов [Текст]: дис...канд. т. наук: 02.00.11: защищена 28.12.12: утв. 15.06.13/ Флорес Ариас Мария Мелисса. – Белгород, 2012. – 137 с.
6. Кизильштейн Л.Я. Следы угольной энергетики / Л.Я. Кизильштейн// Наука и жизнь. – 2008. – № 5.