

**УДК 628.169**

## **ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ МАГНЕТИТА НА ПРОЧНОСТЬ МАГНЕТИТОВОГО ЯДРА**

Е. Е. САЛТЫМАКОВА, студентка гр. ХТб-201,

А. Е. ЧЕРЕПОВА, студент гр. ХТб-181,

А. Г. УШАКОВ, к.т.н., доцент,

Научный руководитель: Е. С. УШАКОВА к.т.н., доцент  
(КузГТУ)

г. Кемерово

Добыча нефти является для экономики России одной из ключевых отраслей. Однако возникновение во время этого процесса нештатных и аварийных ситуаций может нанести непоправимый ущерб окружающей среде, в результате чего потребуются значительные материальные и человеческие ресурсы на ликвидацию самой аварии и ее последствий.

Согласно данным Министерства энергетики РФ, за 2019 год произошло около 17 тыс. аварий с разливами нефти, причём больше половины из них — на нефтепроводах. По сведениям Минприроды России и МЧС России, общая площадь загрязнений нефтью и нефтепродуктами составила 55 тыс. гектаров, что эквивалентно половине площади Москвы или же нескольким провинциальным городам нашей страны [1].

Одним из способов снижения вреда при возникновении ЧС является сорбционная очистка. Существуют разные типы сорбентов: органические, неорганические, синтетические и многие другие. Основной недостаток сорбентов — сложность их практического применения: при нанесении на место разлива из-за маленькой массы они подвержены разносу ветром и течениями, а извлечение сорбента с водного пространства после сбора нефти — до сих пор эффективно неотработанный процесс [2].

Альтернативой традиционным сорбентам можно считать магнитный сорбент. При помощи магнитных полей его можно легко извлекать с водной поверхности без вреда для окружающей среды. Такое свойство обеспечивается благодаря магнетитовому ядру — это магнитный центр сорбента. Введение ядра позволяет повысить управляемость сорбентом; также возможно изъять его из золы (при утилизации отработанного сорбента методом сжигания) и использовать повторно [3].

**Цель работы:** изучение влияния природы магнетита на прочность магнетитового ядра.

Получение магнетитового ядра состоит из нескольких стадий [4]:

**1.** Получение однородной смеси (магнетит, связующее, добавки);

Для получения магнетитового ядра использовали два вида магнетита: синтетический и из золы сжигания углей. Свойства различных видов магнетита представлены в таблице 1 [5]:

Таблица 1

### Основные характеристики различных видов магнетита

Характеристика	Исходный магнетит		Прокаленный магнетит	
	синтетический	из золы углей	синтетический	из золы углей
Цвет	Черный матовый	Черный блестящий	Ярко-бурый	Черный блестящий
Запах	Нехарактерный запах	Не имеет	Не имеет	Не имеет
Насыпная плотность (кг/м <sup>3</sup> )	1364±68,2	2242±100,9	1018±50,9	2242±100,9
Влажность (%)	0	0	0	0
Зольность (%)	98,98	99,75	—	—
Взаимодействие магнетита с водой	Плавает на поверхности	Оседает на дно	Оседает на дно	Оседает на дно
Фракционный состав	Присутствуют пылящие частицы магнетита	Однородный состав, отсутствуют пылящие частицы	Присутствуют пылящие частицы магнетита	Однородный состав, отсутствуют пылящие частицы

2. Гранулирование и выдерживание заготовок ядер в растворе полимеризатора в течении 10-120 минут;

3. Сушка магнетитовых ядер при комнатной температуре или в сушильном шкафу;

4. Термообработка, которая осуществляется в муфельной печи, где ядра подвергаются высокотемпературной обработке от 20°С до 600°С. Температурный режим способствует созданию формы, которая не будет изменяться при дальнейшем нагревании.

В результате прохождения данных стадий получают магнетитовые ядра со следующими средними характеристиками:

Масса магнетитовых ядер, г 0,016 – 0,018

Плотность, кг/м<sup>3</sup> 924–982

Насыпная плотность, кг/м<sup>3</sup> 1,421–1,502

Прочность на сжатие магнетитовых ядер определяли на приборе, конструкция которого представляет собой модифицированные лабораторные двучашечные весы (см. рис. 1). Под центр одной из чаш весов помещали исследуемый образец гранул. После того как чаша соприкасалась с образцом, на неё аккуратно помещали гири известной массы. Первоначальная нагрузка на образец — 100 г, в дальнейшем она увеличивалась по 50 г за один раз до критического значения, когда образец поддавался разрушению. Общая масса

гирь на чаше весов соответствует значению разрушающей нагрузки на образец. Среднее значение разрушающей нагрузки вычисляли, исходя из результатов пятнадцати определений.

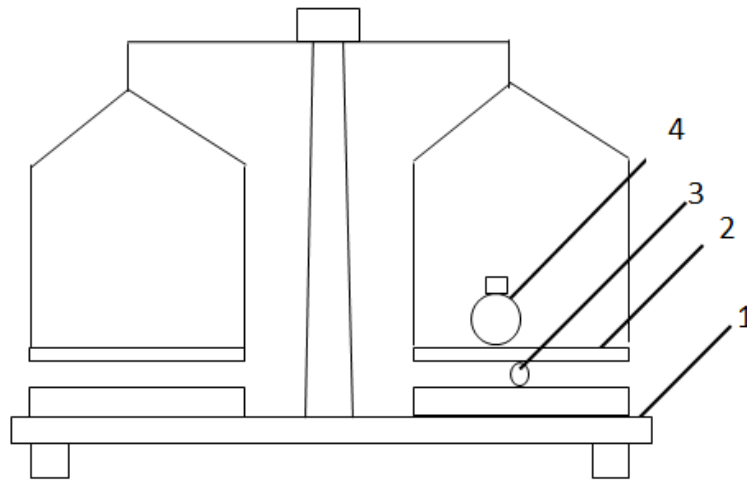
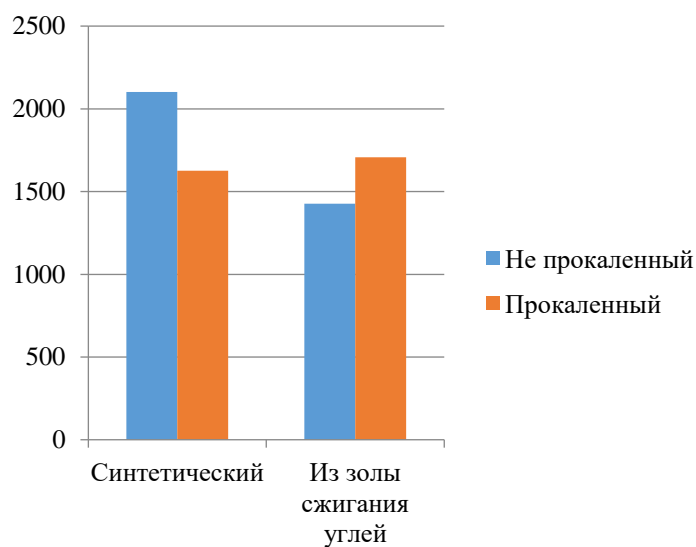
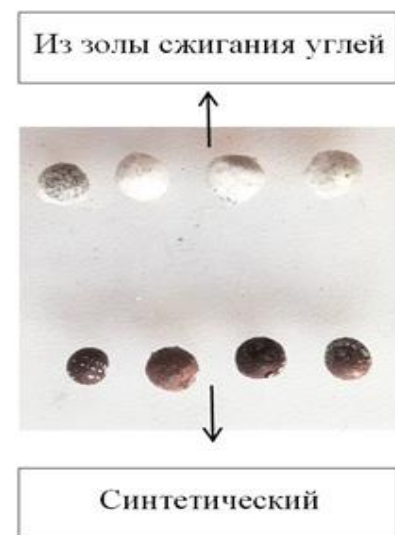


Рисунок 1. Схема гравиметрической установки для определения величины разрушающей нагрузки на гранулу: 1 — лабораторные двучашечные весы; 2 — платформа; 3 — исследуемый образец; 4 — груз известной массы

В ходе эксперимента выявлено, что природа магнетита значительно влияет на прочность магнетитового ядра (см. рис. 2а).



а)



б)

Рис. 2. Влияние природы магнетита на прочность магнетитового ядра:

а) зависимость прочности ядра от природы магнетита;

б) зависимость физических свойств от природы магнетита

Так, магнетитовое ядро из золы сжигания угля имеет серо-белый цвет, а магнетитовое ядро из синтетического магнетита — бурый цвет (см.

рис. 2б). Средняя прочность ядер составляет 1500 и 2100 г. соответственно. Такая разница связана с химическим составом и свойствами используемых магнетитов.

Для изучения изменения свойств ядра, полученных на основе исследования прокаленных магнетитов, исходные образцы магнетитов подвергали нагреву до 800-850°C в течении 30 минут с последующим охлаждением на воздухе. По результатам анализа образцов магнетитов можно сделать вывод, что магнетит, производимый синтетически, обработан гидрофобным органическим составом (так как не смачивается и не тонет при контакте с водой); при нагреве он теряет в массе до 1,5% и меняет цвет на бурый.

При использовании прокаленных образцов магнетита в ядре нами было обнаружено уменьшение прочности на 22,59% при использовании синтетического магнетита. Это может быть связано с тем, что магнетит, полученный синтетически, имеет в своем составе примеси, часть которых после прокаливания удаляется — вследствие этого прочность снижается. При этом в случае применения прокаленного образца из золы сжигания углей наблюдается увеличение прочности ядра на 16,41% (см. рис. 2а). Над природой данного явления сейчас ведутся исследования.

Таким образом, делаем вывод, что при получении магнетитового ядра особой прочности необходимо учитывать влияние природы магнетита. Наиболее прочные образцы получаются при использовании непрокаленного магнетита.

#### Список литературы:

1. Соромотин А. В. Аварийные разливы нефти и нефтепродуктов. Ликвидация последствий разлива // International agricultural journal. — Пермь: ПНИПУ, — 2021. — С. 69 — 74.
2. Короткин Г. А., Монахов П. А. Аварийные разливы нефти на суше и в море. Сходства и отличия // «Технологии гражданской безопасности». — Москва: НАСЭО, — 2019. — Т.16 — № 4. — С. 42 — 49.
3. Ушакова Е. С. Черепова А. Е. Влияние режима термообработки на создание магнетитового ядра для магнитных нефтесорбентов // Нефтехимия — 2020: материалы III Международного научно-технического форума по химическим технологиям и нефтегазопереработке. — Минск: БГТУ, — 2020. — С. 193 — 197.
4. Черепова А. Е., Ушакова Е. С. Получение магнетитового ядра в лабораторных условиях // Материалы V Всероссийской конференции «Химия и химическая технология: достижения и перспективы». — Кемерово: КузГТУ, — 2020. — 3 с.
5. Ушакова Е. С., Черепова А. Е., Ушаков А. Г. Влияние природы магнетита на свойства магнетитового ядра // Вестник Кузбасского

государственного технического университета. – Кемерово: КузГТУ – 2021.  
– № 5. – С. 68 – 73.