

УДК 628.169

ВЛИЯНИЕ ВРЕМЕНИ СУШКИ НА ПРОЧНОСТЬ ТЕРМИЧЕСКИ ОБРАБОТАННОГО МАГНЕТИТОВОГО ЯДРА

Романова А. Е., студентка гр. ХТм-221, 1 курс

Салтымакова Е. Е., студентка гр. ХТб-201, 3 курс,

Ушакова Е.С., к.т.н., доцент

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

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

Вода – это источник жизни на земле. Загрязняя её, мы подвергаем опасности человечество и всю глобальную экосистему. Одним из самых опасных и распространённых источников загрязнения Мирового океана является нефть. Ежегодно в Мировой океан попадает по разным оценкам от 0,5 до 11 млн т нефти и нефтепродуктов. Как только состоялось соприкосновение нефти с водой, происходит быстрое распространение маслянистой пленки на дальние расстояния под действием многих факторов (скорость течения, ветра и т. д.). Нефть и нефтепродукты оказывают отрицательное воздействие на круговороты веществ, загрязняют берега рек и озер, побережья морей и океанов – места обитания растений и животных, приводят к ухудшению физических и органолептических свойств воды [1, 2].

На сегодняшний день современный рынок может предоставить широкий ассортимент сорбентов, с помощью которых возможно поглощать нефть и нефтепродукты [3-5]. Все они различны по составу, свойствам и строению, но их недостатком является затрудненное извлечение с водного пространства из-за небольшого веса и парусности [6].

Решением этих проблем может стать использование магнитного сорбента. Введение магнетитового ядра в сорбент позволяет повысить прочность сорбента в целом и управляемость при сборе на водоеме. Само ядро легко извлекается из золы при утилизации отработанного сорбента методом сжигания и может использоваться повторно, но при этом ядро должно иметь необходимую термическую устойчивость и прочность.

Цель работы: определение зависимости динамической и статической прочности магнетитовых ядер от времени сушки.

Получение магнетитового ядра состояло из нескольких стадий [9]:

1. Получение однородной смеси: 90% связующего, 5% магнетита, 5% добавок.

2. Гранулирование в растворе полимеризатора до образования сферической формы ядер.

3. Сушка для закрепления полимеризации.

4. Термообработка ядра до 600°C.

Сушку магнетитовых ядер осуществляли в сушильном шкафу при температуре $100\pm5^{\circ}\text{C}$. С течением времени влага из ядер уходила, и повышалась их прочность [7]. На рисунке 1 представлены ядра после сушки и термической обработки.

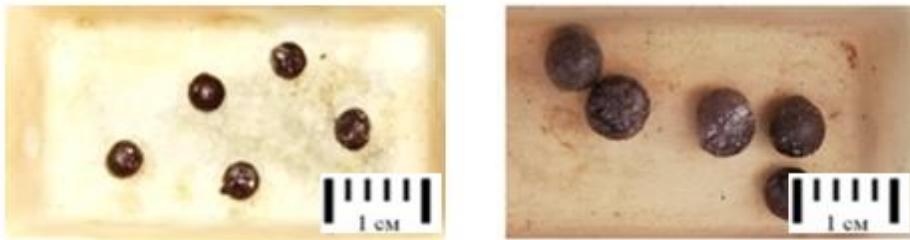


Рис.1. Ядра: а – после сушки; б – после термообработки

В состав магнетитового ядра вводили два вида магнетита: синтетический (*МС*) и магнетит из золы сжигания углей (*МЗ*). При проведении лабораторных исследований было выявлено, что при предварительном прокаливании магнетита его применение становится эффективнее [8, 9]. В связи с этим оба магнетита были предварительно прокалены при 800°C в течении 30 минут.

Эксперимент проводили с 6 режимами сушки: в течении 20, 40, 60, 120, 240 и 360 минут.

После термообработки магнетитовые ядра исследовали на статическую прочность на установке, представленной на рисунке 2. Под центр одной из чаш весов помещали одно ядро. Аккуратно опускали чашу, после соприкосновения с исследуемой гранулой на чашу постепенно помещали гири с известной массой от 50 г. Исходя из результатов измерений, вычислили среднее значение разрушающей нагрузки.

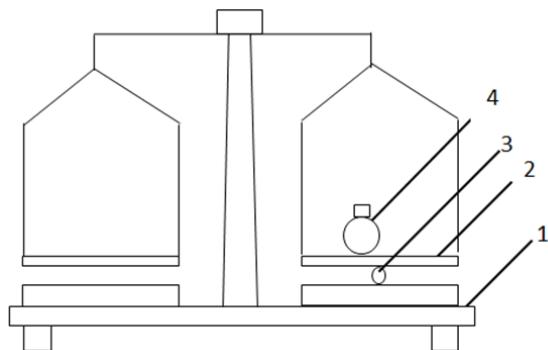


Рис. 2. Схема установки определения статической прочности: 1 – лабораторные весы, 2 – платформа, 3 – исследуемый образец, 4 – груз известной массы

Также после термообработки магнетитовые ядра анализировали на динамическую прочность (рис. 3). В левый и правый барабаны помещали термически обработанные ядра, барабаны врашали в течении 40 минут.

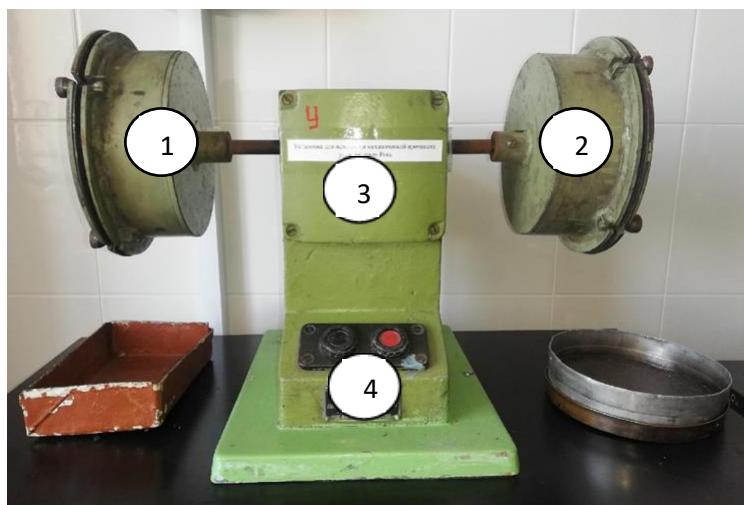


Рис. 3. Лабораторная установка для определения динамической прочности магнетитового ядра: 1 – левый барабан, 2 – правый барабан, 3 – крышка люка, 4 – источник питания

Результаты экспериментов по определению динамической и статической прочностей приведены в таблице.

Таблица
Зависимость статической и динамической прочностей от времени принудительной сушки магнетитовых ядер

Время сушки, мин.	Статическая прочность, г		Динамическая прочность, %	
	МС	МЗ	МС	МЗ
20	1329	779	68,85	71,98
40	1450	833	79,53	74,15
60	1933	1375	80,10	76,73
120	2500	1200	81,66	76,40
240	1783	2000	79,05	80,02
360	1500	1715	67,45	68,23

Из таблицы видно, что от 20 минут до 120 минут происходит постепенное увеличение прочности магнетитовых ядер. При этом у ядер МС при сушке в течении 120 минут достигается наибольшая статическая и динамическая прочность – 2500 г и 81,66% соответственно. У ядер МЗ наибольшая статическая и динамическая прочность наблюдается при 240 минутах – 2000 г и 80,02% соответственно. Магнетитовые ядра при дальнейшем воздействии температуры теряют свою прочность.

Ядра МЗ имеют низкую статическую прочность относительно образцов МС (рис. 4). При сушке образцов МС на графике изменения статической прочности имеется один экстремум при температуре 120°C, возникающий в следствие вероятной потери влаги из ядер. В это же время для образцов МЗ отмечены два экстремума: при сушке 60 и 240°C. Первый скачок прочности связан с потерей влаги, а второй – возможно с протеканием внутри ядер химических реакций.

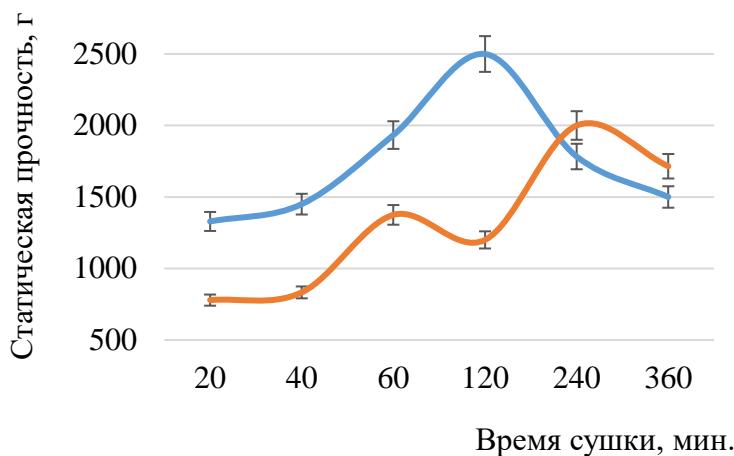


Рис. 4. Влияние времени сушки на статическую прочность термически обработанного ядра: — MC; — MЗ

На рисунке 5 представлена зависимость динамической прочности от времени сушки магнетитовых ядер. Несмотря на наличие разности в прочности, к 240 минутам для ядер обоих образцов динамическая прочность имеет близкие значения, а после 360 минут прочность MC и MЗ синхронно снижается примерно до 68%. Указанное явление возможно связано с химическими реакциями дегидратации в веществе ядра.

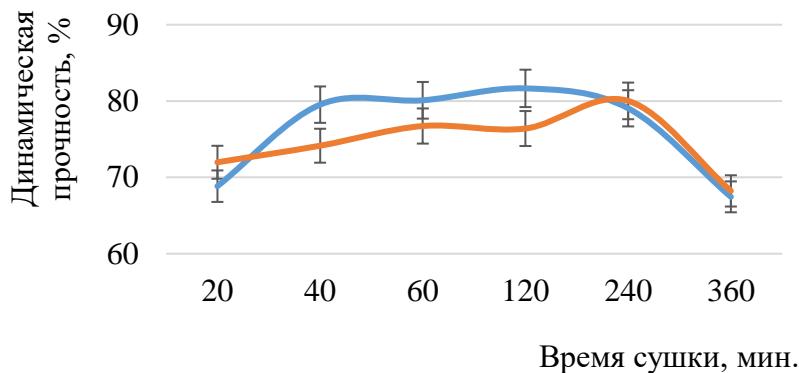


Рис. 5. Влияние времени сушки на динамическую прочность термически обработанного ядра: — MC; — MЗ

Приведенные изменения в динамической прочности можно считать незначительными при практическом использовании ядер, а значит влияние времени сушки на изменение динамической прочности можно игнорировать с учетом применяемых условий.

Таким образом, в ходе эксперимента выявлено, что максимальная статическая прочность у ядер MC достигается при 120 минутах, MЗ – при 240 минутах, а динамическая при 240 минутах для обоих образцов. С учетом энергети-

ческой и экономической эффективности, сушка ядер с применением синтетического магнетита должна проводиться в течении не более 120 минут, а для образцов с магнетитом из золы – 240 минут.

Список литературы

1. Ракитин, М. С. Проблема ликвидации разливов нефти / М. С. Ракитин // Academy. – 2017. – 3 с.
2. Елинский, В. И. Проблема загрязнения окружающей среды при нефтедобыче: актуальные вопросы / В. И. Елинский, Р. М. Ахмедов, Ю. А. Иванова // Вестник Московского университета МВД России. – 2020. – №7. – С. 118-122.
3. Ушакова, Е. С. Разработка новых процессов переработки твердых горючих ископаемых с целью получения сорбентов: основы инженерного творчества: практикум. Издание для вузов / Е. С. Ушакова, А. Г. Ушаков. – Кемерово: КузГТУ, 2018. – 50 с.
4. Черепова, А. Е., Ушакова Е. С. Ликвидация аварийных разливов нефти при помощи магнитного нефтесорбента // Молодежная программа 24-ой международной специализированной онлайн выставки «безопасность и охрана труда» БИОТ-2020. – Москва, (08–11 декабря 2020 года). – С. 4.
5. Лурье, А. А. Сорбенты и хроматографические носители // Москва. 1972 г.
6. Черепова, А. Е. Ликвидация разливов нефти и нефтепродуктов с водных пространств при помощи магнитных нефтесорбентов / А. Е. Черепова, Е. С. Ушакова // XII Всероссийская 65 научно-практическая конференция молодых ученых с международным участием «Россия Молодая» (21 - 24 апреля 2020 г.) – Кемерово: КузГТУ. – 2020. – 3 с.
7. Салтымакова, Е. Е. Влияние природы магнетита на прочность магнетитового ядра / Е. Е. Салтымакова, А. Е. Черепова, А. Г. Ушаков // V Международный молодежный экологический форум. – Кемерово: КузГТУ. – 2021. – 5 с.
8. Черепова, А. Е. Изучение факторов, влияющих на прочность магнетитового ядра / А. Е. Черепова, Е. С. Ушакова, А. Г. Ушаков // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – Кемерово: КузГТУ. – 2022. – № 4 (152). – С. 33-42.
9. Черепова, А. Е. Влияние природы магнетита на свойства магнетитового ядра / А. Е. Черепова, Е. С. Ушакова, А. Г. Ушаков // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – Кемерово: КузГТУ. – 2021. – № 2. – С. 68-73.