

И. Г. Шайхиев, Ю. А. Суянгулова, И. Ш. Абдуллин

МОДИФИКАЦИЯ СОРБЕНТА ОДМ-2Ф ВЫСОКОЧАСТОТНОЙ ПЛАЗМОЙ ПОНИЖЕННОГО ДАВЛЕНИЯ И ЕЕ ВЛИЯНИЕ НА НЕФТЕЕМКОСТЬ

Ключевые слова: диатомит, высокочастотная плазма пониженного давления, обработка, нефть, сорбция.

Исследовано влияние природы плазмообразующих газов на нефтеемкость и водопоглощение минерального сорбционного материала на основе диатомита. Показано, что воздействие высокочастотной плазмы пониженного давления как в гидрофильных, так и в гидрофобных режимах увеличивает значения максимальной нефтеемкости диатомита по отношению к нефтям карбонового и девонского отложений в статических и динамических условиях. Определено, что плазмообработка также способствует увеличению поглощения водонефтяных эмульсий.

Keywords: diatomite, high- low pressure plasma processing, oil sorption.

The influence of the nature of plasma gases on mineral oil capacity and water absorption of the sorption material based on diatomite. It is shown that the impact of high-frequency plasma of low pressure in hydrophilic and hydrophobic modes increases in the maximum oil capacity of diatomite to oil Carboniferous and Devonian deposits in static and dynamic conditions. Determined that plazma treatment also contributes to the absorption of water-oil emulsions.

С ростом темпов потребления нефтепродуктов растет и количество добываемой нефти. На многих этапах нефтепереработки используется вода, которая в технологическом процессе включает в себя различные фракции нефти. Нередко в процессе нефтепереработки и транспортировки образуются водо-нефтяные эмульсии. Для очистки воды от нефти наиболее эффективным способом является сорбция. В настоящее время интенсивно развивается новое направление в области водоочистки – использование отходов производства и пористых материалов горнодобывающей промышленности [1-4] в качестве сорбционных материалов для извлечения поллютантов из водных сред.

В последнее время широкое распространение в качестве реагентов для водоочистки получили дисперсные кремнеземы, особенно диатомит и его модификация марки ОДМ-2Ф. Пористая структура, малая плотность и большая площадь поверхности диатомитов обуславливают применение последних в практике водоочистки в качестве фильтрующего и сорбционного материала [5-7] для удаления из сточных вод взвешенных веществ и поллютантов различной природы. Указывается, в частности, что данный материал, ввиду особенностей химического состава и кристаллического строения, возможно использовать для удаления из водных сред минеральных машинных масел [8]. Информация о сорбционной способности по отношению к нефтепродуктам данного сорбента немногочисленна.

В связи с вышеизложенным, в настоящей работе исследовалась возможность использования реагента ОДМ-2Ф в качестве сорбционного материала для извлечения нефтей из водных сред.

Некоторые физико-химические характеристики названного модификата диатомита и сорбционные характеристики по отношению к маслам приведены в предыдущем сообщении [9].

Первоначально определялась максимальная нефтеемкость исследуемого реагента в статических условиях в зависимости от времени контактирования с сорбатами (рис. 1). В качестве объектов исследований использовались нефти Тумутукского месторождения (Республика Татарстан) девонского и карбонового отложений.

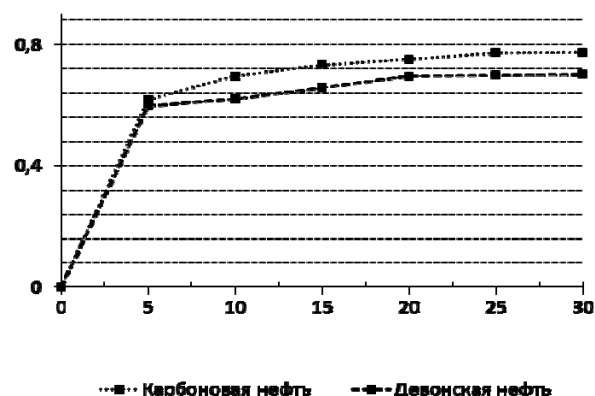


Рис. 1 – Зависимость значений максимальной нефтеемкости ОДМ-2Ф по отношению к нефтям девонского и карбонового отложений в статических условиях от времени контактирования

Как следует из графиков зависимости, приведенных на рис. 1, наибольшая скорость поглощения нефти наблюдается в первые 5 минут взаимодействия, дальнейшее увеличение времени контактирования сорбционного материала приводит к замедлению массы поглощаемого сорбата. Найдено, что наибольшее значение нефтеемкости (0,77 г/г) ОДМ-2Ф имеет по отношению к карбоновой нефти. Значение максимальной нефтеемкости по отношению к нефти девонского отложений составило несколько меньшее значение - 0,70 г/г. В данном случае

сохранилась традиционная зависимость - значения нефтеемкости напрямую зависят от вязкости сорбата – чем выше вязкость исследуемого нефтепродукта, тем больше значение сорбционной емкости. Проведенными экспериментами определено, вязкость нефти карбоновых отложений составляет 198,4 мм²/с и девонской - 45,2 мм²/с.

На следующем этапе исследования определялась максимальная нефтеемкость рассматриваемого реагента в динамических условиях. Исследуемый сорбционный материал массой 11±0,3 г помещался в стеклянную колонку высотой 13 см и диаметром 1,1 см, через которую пропускалась нефть в объеме 100 см³. По окончании прохождения через слой загрузки объема нефти, взвешиванием по разнице масс с учетом количества ОДМ-2Ф находились значения нефтеемкости последнего в динамических условиях, которые составили для карбоновой нефти – 0,52 г/г, девонской – 0,53 г/г.

Учитывая тот факт, что нефтепродукты в водных средах находятся частично в растворенном виде, частично в составе эмульсий, их извлечение в динамических условиях происходит с протеканием, как фильтрации, так и сорбции одновременно.

Учитывая вышесказанное, в настоящей работе исследовалась сорбционная очистка водонефтяных эмульсий с использованием сорбента ОДМ-2Ф в динамических условиях.

Через заполненную диатомитом сорбционную колонку с размерами, указанными ранее, пропускалось 500 мл эмульсии, состоящей из нефти и воды в соотношении 1:9 (масс) и стабилизированной 1 мл ПАВ марки «Неонол 9-6». По окончании процесса сорбции посредством экстракции ССl₄ определялось количество сорбированной и прошедшей через слой загрузки нефти и воды. Вычисленные значения поглощенной нефти в эмульгированном состоянии составило 0,31 г/г для карбоновой нефти и 0,29 г/г – для девонской нефти при этом водопоглощение в экспериментах составило 0,18 г/г и 0,17 г/г соответственно. Приведенные данные свидетельствуют о снижении показателя нефтепоглощения за счет забивания реагента пор водой.

Ранее проведенными исследованиями [10-12] показано, что снизить водопоглощение и повысить сорбционную емкость по нефтепродуктам альтернативных сорбционных материалов возможно с использованием плазменной обработки. В связи с вышеизложенным, в дальнейшем проводилась обработка сорбента ОДМ-2Ф высокочастотной плазмой пониженного давления с при следующих характеристиках: давление в камере плазмотрона - 26,6 Па, сила тока - 0,7 А, температуры газов - 60 °С, напряжение - 60 кВ, расход газовой смеси - 0,04 г/с и временем плазмообработки – 15 минут. Первоначально исследовалось влияние природы плазмообразующих газов на нефтеемкость исследуемого реагента в статических условиях.

Эксперимент проводился путем погружения плазмообработанных образцов ОДМ-2Ф в чистую нефть и последующей выдержки в течение 5, 10 и 15

минут. По истечении названных периодов контактирования образцы реагента вынимались из сорбата и взвешивались. Полученные значения максимального нефтепоглощения и водопоглощения приведены в таблице 1, из которых следует, что обработкой плазмой способствует увеличению исследуемых параметров, причем, следует отметить, что наибольшие значения получены при 15-ти минутном контактировании сорбента и сорбатов. Анализ данных, приведенных в таблице 1 показал, что наибольшие значения вышеуказанных параметров получены при плазмообработке диатомита в среде аргона, несколько меньшие значения получены при обработке плазмой в среде воздуха и, соответственно, наименьшие значения максимальной нефтеемкости – при воздействии плазмы в смеси пропана и бутана.

Таблица 1 – Значения максимальной нефтеемкости и водопоглощения для плазмообработанных образцов ОДМ-2Ф в зависимости от природы плазмообразующего газа и времени контактирования с сорбатом в статических условиях

Время сорбции, мин	Плазмообразующий газ			
	аргон	пропан-бутан	воздух	без обработки
Сорбционная емкость, г/г				
Карбоновая нефть				
5	0,98	0,8	0,9	0,62
15	1,05	0,82	0,91	0,73
30	1,14	0,84	1	0,77
Девонская нефть				
5	0,96	0,83	0,94	0,6
15	1,04	0,83	0,98	0,66
30	0,13	0,84	0,99	0,7
Вода дистиллированная				
5	0,46	0,42	0,39	0,39
15	0,47	0,45	0,44	0,4
30	0,49	0,48	0,46	0,4

В динамических условиях исследовалась сорбционная емкость модифицированного сорбента как по отношению к чистым сорбатам, так и по отношению к 10 %-ным водонефтяным эмульсиям (табл. 2).

Таблица 2 – Значения сорбционной емкости и водопоглощения плазмообработанных образцов диатомита по отношению к различным сорбатам в динамических условиях

Сорбат	Сорбционная емкость, г/г			
	аргон	пропан-бутан	воздух	без обработки
Карбоновая нефть	0,56	0,63	0,65	0,52
10 % водная эмульсия карбоновой нефти	0,42	0,46	0,46	0,31
Девонская нефть	0,58	0,56	0,59	0,53
10 % водная эмульсия девонской нефти	0,54	0,52	0,54	0,29
Вода	0,62	0,64	0,56	0,43

Приведенные в табл. 2 данные показывают, что плазмообработка диатомита также способствует увеличению сорбционных характеристик последнего по отношению, как к чистым нефтям, так и водонефтяным эмульсиям в динамических условиях. Однако, в отличие от вышесказанного наблюдается несколько иная тенденция – наибольшие сорбционные характеристики сорбционного материала ОДМ-2Ф наблюдаются для образцов, обработанных плазмой в среде воздуха.

Таким образом, проведенными экспериментами показана возможность увеличения сорбционных характеристик реагента на основе диатомита по отношению к нефтям различных отложений, воде и водонефтяным эмульсиям различной концентрации в статических и динамических условиях.

Литература

1. А.Д. Смирнов, *Сорбционная очистка воды*. Химия, Ленинград, 1982. 168 с.
2. Ю.И. Тарасевич, *Природные сорбенты в процессах очистки воды*. Наукова думка, Киев, 1981. 208 с.

3. В.Т. Быков, *Природные сорбенты*. Наука, Москва, 1967. 187 с.
4. Ю.И. Тарасевич, Ф.Д. Овчаренко, *Адсорбция на глинистых материалах*, Наукова думка, Киев, 1975. 352 с.
5. F.J.Costabile, C.H. Perroh, *J. Amer. Water Works Association*, **63**, 4, 230-232 (1971).
6. M.A.M. Khraisheh, S. Al-degs Yahya, W.A.M. McMinn, *Chem. Eng. Journal*, **99**, 2, 177-184 (2004).
7. А. Саркезиан, М.Е. Зурнасян, Д.С. Гайбаниян, *Армянский хим. Журнал*, **46**, 3-4, 144 -152 (1993).
8. Taylor Jr., Harold A., *Amer. Ceram. Soc. Bull*, **74**, 6, 122 (1995).
9. И.Г. Шайхиев, Ю.А. Суянгулова, *Вестник Казанского технологического университета*, **16**, 14, 90-92 (2013).
10. И.Г. Шайхиев, С.В. Степанова, С.М. Трушков, И.Ш. Абдуллин, *Вестник Казанского технологического университета*, **13**, 129-135 (2011)
11. И.Г. Шайхиев, Р.Х. Низамов, И.Ш. Абдуллин, С.В. Фридланд, *Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе*, **4**, 24-27 (2010)
12. И.Г. Шайхиев, С.В. Степанова, В.В. Доможиров, И.Ш. Абдуллин, *Вестник Казанского технологического университета*, **12**, 110-117 (2011).

© И. Г. Шайхиев – д.т.н., зав. каф. инженерной экологии КНИТУ, ildars@mail.ru; Ю. А. Суянгулова – асп. той же кафедры; И. Ш. Абдуллин – д.т.н., проректор по научной работе, зав. каф. плазмохимических и нанотехнологий высокомолекулярных материалов КНИТУ.