

**СНИЖЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКИ ОПАСНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В
НЕФТЕПРОДУКТАХ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКА**

¹Гриднева Е.С., ¹Систер В.Г., ²Абрамов В.О., ²Муллакаев М.С.

¹ Московский государственный университет инженерной экологии

² Институт общей и неорганической химии РАН

Исследован процесс обессеривания нефтепродуктов с применением ультразвука с использованием нового специально разработанного оборудования. Показано снижение содержания серы в образцах в результате каталитического окисления.

Непрерывный рост потребления нефти и нефтепродуктов во всем мире, а также постоянно растущие требования к их качеству стимулируют поиск новых научных и технологических решений, позволяющих направленно влиять на характеристики нефтепродуктов. Обессеривание существенно повышает товарные и потребительские качества нефти, снижает вредное воздействие на окружающую среду, повышает долговечность технологического оборудования для переработки нефти. В настоящее время все больший интерес ученых вызывают задачи, возникающие на стыке различных наук, требующие новых подходов, использования современных высокотехнологичных и наукоемких методов для их решения. Одним из примеров такого взаимодействия различных областей науки является применение физико-механических методов воздействия на химические системы. При этом ультразвуковые колебания как один из таких методов заслуживают, на наш взгляд, более подробного исследования.

В настоящее время известно, что химическое действие ультразвука связано с кавитацией. Под термином «кавитация» понимают процесс образования полостей в жидкости с последующим захлопыванием этих полостей, что сопровождается интенсивными гидравлическими ударами. При проведении реакций с применением катализатора схлопывание кавитационных пузырьков может вызвать не только дробление твердых частиц катализатора и соответственно увеличение его удельной поверхности, но и эффективное механическое перемешивание компонентов. Кроме того, как показывают расчеты, схлопывание образовавшихся под действием ультразвука микропузырьков может привести к возникновению температуры около 5000 К и давления по разным оценкам от 1000 до нескольких десятков тысяч атмосфер [1–3].

Интенсификация процессов тепло- и массообмена является одним из важнейших методов повышения эффективности нефтехимических процессов. Применение ультразвука для решения подобных проблем весьма эффективно. Под воздействием ультразвука в жидких средах возникают интенсивные микро- и макропотоки, кавитация, что приводит к

интенсификации тепло- и массообменных процессов, увеличению скорости химических реакций и т. п. [4].

Нами проведены исследования влияния ультразвукового воздействия на различные процессы. В частности, изучены возможности каталитического обессеривания нефти и нефтепродуктов.

Для исследования процесса окислительного обессеривания нефти с помощью ультразвука была изготовлена установка, состоящая из реактора, ультразвукового излучателя и вспомогательных систем (см. рис. 1).

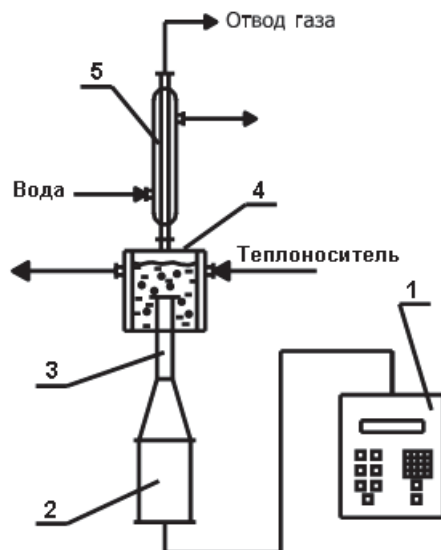


Рис. 1. Схема установки для обессеривания нефти и нефтепродуктов: 1 – ультразвуковой генератор; 2 – магнитострикционный преобразователь; 3 – волновод; 4 – реактор; 5 – холодильник.

Количественное содержание серы в нефтепродуктах определяли методом двойного сжигания и потенциометрического титрования. Погрешность составляла не более 0,06%.

Предварительные эксперименты показали, что наилучшим способом очистки нефтепродуктов от серы является ступенчатая периодическая обработка в ультразвуковом поле с последующим удалением очищенной части нефти.

В таблицах 1 и 2 приведены результаты анализа общего содержания серы в нефти (табл.1) и дизельном топливе (табл. 2) до и после окислительного ультразвукового обессеривания после четырех циклов промывки.

Таблица 1. Результаты анализа общего содержания серы в нефти.

Образец	Массовая доля фазы,% масс.	Содержание серы,% масс.
Исходная нефть	100	1,23
Водная фаза	25	0,022
Очищенная нефть	31	0,86
Водно- углеводородная обратная эмульсия	44	2,17

Как видно из приведенной таблицы, содержание серы в очищенной нефти составило 0,86%, т.е. снизилось на 0,37% (1,23% – 0,86%), или на 30% (0,37/1,23) в относительном количестве.

Таблица 2. Результаты анализа общего содержания серы в дизельном топливе.

Образец	Массовая доля фазы, % масс.	Содержание серы, % масс.
Исходное ДТ	100	1,04
Очищенное ДТ	60	0,65
Водная фаза	10	0,06
Водно-углеводородная обратная эмульсия	30	2,12

Из табл. 2 видно, что использование разбавленной серной кислоты в качестве окислителя приводит к существенному снижению содержания серы в дизельном топливе. Степень обессеривания после четвертой промывки составила 40%.

По результатам проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

Под воздействием мощного ультразвука в присутствии катализатора и окислителя (перекись водорода, слабый раствор серной кислоты) нефтепродукты (нефть, дизельное топливо) подвергаются десульфурации на ~ 30 – 40%.

В нефтепродуктах, подвергнутых ультразвуковому воздействию, в процессе промывки водой в воду переходит значительное количество серы (вплоть до 58%).

Использование катализатора из одних никелевых гранул не дало положительного эффекта при применении в качестве окислителя перекиси водорода.

При использовании в качестве окислителя слабоконцентрированной серной кислоты (1,5%) эффект был получен (~35 – 38%).

Количество промывок положительно сказывается на оставшихся в сырье серосодержащих химических соединениях.

Зависимость концентрации оставшейся серы в нефтепродуктах и серы в промывочной воде носит сложный характер и указывает на то, что количество промывок должно быть не менее четырех.

1. Мэйсон Т. и др. Химия и ультразвук. Пер.с англ./ Под ред. Т. Мейсона. – М.: Мир, 1993. – 191с.
2. Эльпинер И.Е. Ультразвук. Физико-химическое и биологическое действие. – М.: Физматгиз, 1963. – 420с.
3. Новицкий Б.Г. Применение акустических колебаний в химико-технологических процессах (Процессы и аппараты химической и нефтехимической технологии). – М.: Химия, 1983. – 192с.
4. Муфазалов Р.Ш., Арсланов И.Г., Гимаев Р.Н., Заринов Р.К. Акустическая технология в нефтехимической промышленности. – Казань: Изд-во «Дом печати», 2001. – 152с.