

КОМПЛЕКС ТРИБОАКУСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ

И. В. Войтов, А. Р. Цыганов, А. Г. Капсаров, С. О. Мамчик

*Учреждение образования «Белорусский государственный
технологический университет», г. Минск*

Использование ультразвуковых технологий в процессах добычи нефти, ее подготовки к переработке и производстве нефтепродуктов на основе изменения реологических свойств нефти [1]–[4] является одним из перспективных направлений для целей оптимизации добычи и переработки нефти. Применение ультразвуковых технологий применительно к обработке органополимеров и гранулированных сред в настоящее время основаны на использовании внешнего источника ультразвука [5], [6]. Рабочими органами таких систем являются плоские либо стержневые излучатели. Технологические эффекты происходят, как правило, в контактной зоне излучателя

без непосредственного контакта рабочих тел (пластин, стержней, специальных накопителей). Жидкий флюид, механические примеси и гранулированные частицы при этом обрабатываются в нерегулируемых объемах устройств и при мощности, не превышающей энергию деструкции высокомолекулярных нефтей.

Проблемой промышленного применения высокочастотных колебаний в нефтедобыче и нефтепереработке является то, что установки подготовки нефти на основе стандартных источников ультразвука с традиционными (пьезо- и магнито-стрикционными) преобразователями с частотой 16–18 кГц характеризуются малой производительностью.

Целью исследования явилось создание промышленного комплекса разложения водонефтяных эмульсий, основанного на использовании низкочастотной кавитации и акустомеханических эффектов на основе граничного трения и параметрического возбуждения излучателей.

Разработаны устройства введения высокочастотных колебаний в корпус для измельчения вязких [7] и гранулированных [8] сред, позволяющих получать контактную зону непосредственно на поверхности структурных единиц обрабатываемой массы с ее ограничением на контртелах, также возбуждаемых на трении (система излучатель–резонатор) либо на других взаимно симметричных системах.

Разработанное устройство – трибосонореактор, воздействуя на сырую нефть (гранулированную среду), обеспечивает:

- деструкцию гранулированных сред специальными перфорированными дисками с прослойками измельчаемого гранулята с последующим отделением воды;
- получение качественно измененного продукта в результате термомеханической высокочастотной диспергации;
- качественно измененную схему передачи генерируемой энергии.

Устройство трибосонореактора содержит тарельчатые, самоустанавливающиеся, выпукло-вогнутые резонаторы, в виде соосных дисков, поверхности которых соприкасаются в зонах фактического и контурного касания.

Высокочастотный резонатор с радиальными прорезями при этом контактирует с оппозитными ему плоскими спиралями на внутренней стенке излучателя. Осевые зазоры между контактной поверхностью излучателя и контртелом суммарно не превышают разности размеров структурных единиц гранулированной среды между максимальной на входе и минимальной на выходе из реактора. При этом реализован принцип превышения скорости распространения звуковой волны (2000–6000 м/с) в исполнительном органе над скоростью механического перемещения поверхности движителя.

Дополнительно к кавитационным эффектам трибосонореактор позволяет использовать высокочастотный удар, трибоакустическое диспергирование, импульсный термомеханический нагрев. При этом измельчаемый продукт одновременно подвергается механическому, кавитационному и термическому воздействию.

Частотный диапазон процесса 150–20000 Гц. Кавитационное (наносекундное) давление достигает 20000 атм. Получаемые фракции (0,001–0,5 мм) участвуют в механоактивированных химических реакциях. Передача мощности при этом происходит через разлагаемую массу и выступающие гранулы с эффектом избирательного калибрования выступающих частиц гранулята.

Производительность опытного устройства – 2–5 т водонефтяной эмульсии в час.

В устройстве разрушаются структурные единицы водонефтяной эмульсии без применения деэмульгаторов. Подготовительные операции предусматривают грубое измельчение либо отделение загрязнений. Далее процесс разделения водонефтяных эмульсий наблюдается непосредственно по выходу из реактора с последующим одномоментным разделением фаз.

Трибосонореактор является основным рабочим органом комплекса трибоакустической обработки водонефтяных эмульсий. Он обеспечивает обработку как водонефтяных эмульсий, так и нефтешламов любой степени засоренности и высоковязких нефтей безотносительно к верхнему пределу вязкотекучести и механической прочности (твердые парафины, гач).

Комплекс трибоакустической обработки водонефтяных эмульсий предусматривает емкости накопителя и приемную емкость, технологическую арматуру на основе труб внутренним диаметром 100 мм, клиновые задвижки и герметизирующие прокладки на основе паронита.

Разработка предусматривает возможность увеличения дебита скважин и обеспечение их рентабельности, включая скважины с тяжелой нефтью, а также возможность глубинного разогрева пласта, распарафинивания ствола скважины.

Литература

1. Mousavi, S. M. Effect of ultrasonic irradiation on rheological properties of asphaltenic crude oils / S. M. Mousavi, A. Ramazani, I. Najafi, S. M. Davachi // Petroleum Science. – 2012. – Vol. 9, № 1. – P. 82–88.
2. Ануфриев, Р. В. Влияние ультразвука на структурно-механические свойства нефтей и процесс осадкообразования / Р. В. Ануфриев, Г. И. Волкова // Изв. Том. политехн. ун-та. Инжиниринг георесурсов. – 2016. – Т. 327, № 10. – С. 50–58.
3. Исследование воздействия ультразвуковой обработки и химических реагентов на реологические свойства нефти Лузановского месторождения / М. С. Муллакаев [и др.] // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2011. – № 11. – С. 23–28.
4. Верховых, А. А. Обзор работ по воздействию ультразвука на нефтяные системы / А. А. Верховых, А. К. Вахитова, А. А. Елпидинский // Вестн. технол. ун-та. – 2016. – Т. 19, № 8. – С. 37–42.
5. Способ разрушения водонефтяной эмульсии с применением ультразвукового воздействия: пат. RU 2535793 / Ф. Р. Губайдулин, А. Н. Судькин, Р. З. Сахабутдинов, Р. Х. Шагеев. – Оpubл. 20.12.2014.
6. Гидродинамический ультразвуковой депарафинизатор насосно-компрессорных труб : полез. модель RU 77176 / В. С. Аникин, В. В. Аникин. – Оpubл. 20.10.2008.
7. Устройство для введения высокочастотных колебаний в корпус, содержащий вязкую среду : пат. ВУ 16182 / А. Г. Капсаров, М. М. Зелепушенко, Р. В. Ядловский. – Оpubл. 30.10.2011.
8. Устройство введения высокочастотных колебаний в корпус для измельчения гранулированных сред : заявка ВУ 20180157 / И. В. Войтов, А. Р. Цыганов, А. Г. Капсаров, А. И. Лобов.