

УДК 544.532.528(045)

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ КАВИТАЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ НЕФТЕПРОДУКТОВ

Хмелев В.Н., Хмелев С.С*., Боброва Г.А., Карзакова К.А.

*Бийский технологический институт (филиал) Алтайского
государственного технического университета им.И.И.Ползунова,
659305, г. Бийск, ул. Трофимова, 27
тел/факс (3854) 43-25-81, ssh@bti.secna.ru*

Исследование процессов и опытное применение ультразвуковых колебаний в различных технологических процессах нефтепереработки началось в 80-х годах прошлого века. В настоящее время предпринимаются попытки экспериментального и практического воздействия ультразвуковыми колебаниями высокой интенсивности для: термомеханического воздействия на нефть, инициирующего низкотемпературный крекинг в условиях кавитации и ультразвуковых колебаний без использования катализаторов [1–4]; обезвреживания нефтешламных отложений [5]; отделения нефти от воды в процессе подготовки товарной продукции [6]; снижения вязкости нефти при транспортировке [7, 8]; диспергирования твердой фазы буровых растворов и высокодисперсного эмульгирования добавок к ним [9]; декольматизации призабойной части пласта с целью интенсификации притоков нефти в скважине [10]; очистки стационарных и съёмных обсадных и лифтовых колонн в скважинах от различного рода отложений [6].

Уникальность и эффективность ультразвукового воздействия обуславливается возникновением в жидкой среде явления кавитации. Кавитация представляет собой эффективное средство концентрации энергии ультразвуковой волны низкой плотности в высокую плотность энергии, связанную с пульсациями и захлопыванием кавитационных пузырьков [11].

Однако, все попытки использования серийного ультразвукового оборудования в промышленных масштабах, до настоящего времени не привели к ожидаемому эффекту. Обусловлено это с несколькими причинами.

1. Продукты нефтедобычи представляют собой широкий класс жидкостей, большинство из которых являются к классу неньютоновских, для которых теория возникновения и развития кавитации практически не развита. В связи с этим возникает необходимость построения теоретических моделей, позволяющих получать численные значения необходимого для возникновения и развития кавитации количества акустической энергии, вводимой в жидкие среды различной вязкости и характеризующиеся

различными зависимостями вязкости от градиента скорости. Поскольку при увеличении вязкости возрастает прочность жидкости, эффективное ультразвуковое воздействие таких жидкостей потребует существенного увеличения интенсивности ультразвуковых колебаний для появления и захлопывания кавитационных пузырьков [11].

2. Разработанные и выпускаемые на сегодняшний день ультразвуковые аппараты схожи по своим конструктивным схемам и функциональным возможностям. Они не обеспечивают достижения положительных результатов из-за невозможности реализации кавитационного режима в проточных объемах, достаточных для реализации процессов в промышленных масштабах.

Необходимость решения поставленных задач обуславливает актуальность дальнейших исследований.

Решение первой из поставленных задач позволило получить численные значения акустической энергии [12], необходимой для развития и поддержания кавитации в вязкой неньютоновской жидкости, численно определить размеры кавитационной области и выработать требования к ультразвуковым технологическим аппаратам и технологическим объемам.

Решение второй из поставленных задач позволило создать мощные ультразвуковые колебательные системы [13] с многопакетными пьезоэлектрическими излучателями и многополуволновыми колебательными системами и электронные генераторы, мощностью до 8000 ВА для промышленного применения.

На разработанных УЗ установках проведены экспериментальные исследования по выявлению условий преобразования углеводородов. В качестве сырья в экспериментах были использованы три вида сырой нефти, три вида дизельного топлива, газовый конденсат из нескольких месторождений и мазут. Вместо 30 % обычного выхода дистиллятов из мазута марки М100 получено, по крайней мере, 75 %. Обработка сырой маловязкой нефти обеспечила глубину переработки на 50 % выше, чем обычная переработка. Достигнута максимальная глубина кавитационной переработки тяжелых сортов нефти до 78–79 %.

Использование разработанного ультразвукового оборудования позволило измельчать катализаторную суспензию, улучшило износоустойчивость, пористую структуру катализаторов, повысило их долговечность, что в итоге положительно сказалось на качестве продукции, а использование проточных технологических камер позволило достичь мощности производства в 4,5 тыс. тонн в год.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования подтвердили высокую эффективность разработанных УЗ аппаратов при обработке продуктов нефтепереработки.

Список используемых источников.

1. **Нестеренко, А.И.** Возможность крекинга углеводородов под действием кавитации. Количественная энергетическая оценка [Текст] / А.И. Нестеренко, Ю.С. Берлизов // Химия и технология топлив и масел. – 2007. – №6. – С. 43–44.
2. **Нестеренко, А.И.** Об использовании явления кавитации для крекинга углеводородов [Текст] / А.И. Нестеренко, Ю.С. Берлизов // Химия и технология топлив и масел. – 2008. – №4. – С. 41–43.
3. **Бахтин, Б.И.** Низкотемпературный крекинг углеводородов в кавитационных ультразвуковых полях. (Начало) [Текст] / Б.И. Бахтин [и др.] // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2009. – № 6. – С. 14–19.
4. **Бахтин, Б.И.** Низкотемпературный крекинг углеводородов в кавитационных ультразвуковых полях. (Окончание) [Текст] / Б.И. Бахтин [и др.] // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2009. – № 7-8. – С. 52–58.
5. **Сидоренко, Д.О.** Подходы к разделению нефтезаводских шламов. Методика химического анализа шламов и нефтяных остатков [Текст] / Д.О. Сидоренко, Н.К. Зайцев, С.В. Мещеряков // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. – 2010. – № 1. – С. 24–28.
6. **Иванников, В.И.** Кавитация и перспективы ее использования в нефтегазовой отрасли [Текст] / В.И. Иванников // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2010. – №3.
7. **Промтов, М.А.** Кавитационная технология улучшения качества углеводородных топлив [Текст] / М.А. Промтов // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2008. – №2. – С. 6–8.
8. **Khmelev, S.S.** Effectiveness Increase of Ultrasonic Cavitation Processing of Viscous Liquid Media [Текст] / V.N. Khmelev, S.S. Khmelev, D.S. Abramenko, S.N. Tsyganok // 10th International Workshops and Tutorials on Electron Devices and Materials EDM'2009: Workshop Proceedings. - Novosibirsk: NSTU, 2009. - P.262-265.
9. Хмелев В.Н. Исследование процесса ультразвуковой коагуляции частиц бурового раствора [Текст] / В.Н. Хмелев, С.С. Хмелев, Ю.М. Кузовников, С.Н. Цыганок // Электронный журнал «Исследовано в России». – 2010. <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2010/041.pdf>.
10. **Khmelev, S.S.** Ultrasonic Hydroacoustic Complex for Increase Production Rate Oil Wells [Текст] / V.N. Khmelev, S.S. Khmelev, S.N. Tsyganok // International Workshops and Tutorials on Electron Devices and Materials EDM'2007: Workshop Proceedings. – Novosibirsk: NSTU, 2007. – P.327–329.
11. **Хмелев, В.Н.** Ультразвуковые многофункциональные и специализированные аппараты для интенсификации технологических процессов в промышленности, сельском и домашнем хозяйстве [Текст] / В.Н. Хмелев, Г.В. Леонов, Р.В. Барсуков, С.Н. Цыганок, А.В. Шалунов // Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2007. – 400 с.
12. **Хмелев, С.С.** Повышение эффективности ультразвуковой кавитационной обработки вязких и дисперсных жидких сред [Текст] / В.Н. Хмелев, С.С. Хмелев, Р.Н. Голых, Р.В. Барсуков // Ползуновский вестник. – 2010. – № 3 / Алт. гос. техн. ун-т. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2010. – С. 321–325.
13. **Хмелев, В.Н.** Разработка пьезоэлектрических ультразвуковых колебательных систем для интенсификации процессов в газовых средах [Текст] / В.Н. Хмелев [и др.] // Известия Тульского государственного университета / Изд-во ТулГУ – Тула, 2010. – №1. – С. 148–157.