

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/340584865>

Prospects for the use of ultrasonic influence in the process of preparation of oil at the Priobskoye field

Article · January 2020

DOI: 10.24887/0028-2448-2020-3-28-30

CITATION

1

READS

9

8 authors, including:



A.V. Dengaev

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

23 PUBLICATIONS 9 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)



Vladimir Verbitsky

Gubkin Russian State University of Oil and Gas

37 PUBLICATIONS 7 CITATIONS

[SEE PROFILE](#)

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Water-Gas Influence/WAG/SWAG [View project](#)



Experimental Studies of Gas-Gas and Gas-Liquid Ejectors [View project](#)

OIL-INDUSTRY.RU

ISSN 0028-2448

НЕФТЯНОЕ ХОЗЯЙСТВО

100
лет

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ
NEFTYANOE KHOZYAYSTVO

ОСНОВАН В 1920 ГОДУ ВЫПУСК 1157

2020 **3** МАРТ



ГУБКИНСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

УЧАСТНИКИ
ИЗДАНИЯ ЖУРНАЛА



ЗАРУБЕЖНЕФТЬ

TATNEFT

БАШНЕФТЬ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО
ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ
ФНПЦ «НЕФТЕОГДАЧА»

НПО ИГ им. ЖОБ.
И.М. Губкина



ГАЗПРОМ
СИБУРА





Перспективы использования ультразвукового воздействия в процессе подготовки нефти на Приобском месторождении

Prospects for the use of ultrasonic influence in the process of preparation of oil at the Priobskoye field

A.V. Dengaeв¹, V.S. Verbitsky¹, I.T. Mishchenko¹, A.A. Getalov²,
B.V. Sargin², I.V. Grekhov³, A.V. Bogdanov³, S.A. Tarasevich³

¹Gubkin University, RF, Moscow

²NPO Volna LLC, RF, Moscow

³Gazpromneft NTC LLC, RF, Saint-Petersburg

E-mail: dengaeв.a@gubkin.ru

Keywords: oil-water emulsions, demulsifier, ultrasonic influence, acoustic field

To destroy water-oil emulsions, high heating temperatures, increased dosages of the demulsifier, and a long settling time are required. These methods are characterized by high operational and capital costs, the metal intensity of the process, as well as the unstable effect in the separation of emulsions. Therefore, urgent tasks are the improvement of existing and the development of new effective methods for the separation of stable emulsions. A promising direction for the separation of oil-water emulsions is the use of ultrasonic exposure. It is known that under the influence of acoustic waves between particles there are attractive and repulsive forces, oscillations. At present, ultrasound is widely used to accelerate the processes of dissolution, emulsification, and preparation of suspensions. Ultrasonic vibrations provide ultra-fine dispersion, repeatedly increasing the interfacial surface of the components. It is established that ultrasonic waves contribute to reversal processes - the separation of components into separate phases.

The article proposes an alternative way to increase the speed of separation of the emulsion, which is based on acoustic exposure to the emulsion.

In the laboratory of the Gubkin University conducted tests determined the separation efficiency depending on the type of emulsion, oil viscosity, temperature, emitter power, the presence of a demulsifier, and so on. Based on the results of the research, the positive effect of ultrasonic radiation on the separation of oil-water emulsions was determined. The threshold values of acoustic exposure are determined in order to prevent cavitation effects. The joint use of demulsifiers with ultrasound was studied and a reduction in separation time compared with gravity settling was revealed. From a practical point of view, the use of acoustic methods will increase the productivity of existing facilities, as well as dramatically reduce the capital costs of equipping primary oil treatment facilities at new facilities onshore and offshore.

Одним из важных технологических процессов в области нефтедобычи является промышленная подготовка нефти, основная задача которой – разрушение и обезвоживание водонефтяной эмульсии (ВНЭ) [1–4]. Простые гравитационные или электрокоалесцентные установки разделения довольно дорогостоящие и металлоемкие. Наиболее распространенным промышленным методом разрушения ВНЭ в настоящее время является химическая деэмульсация с добавлением поверхностно-активных деэмульгаторов (часто импортных). Однако применение химических методов затратно и не позволяет в необходимой мере ускорить процесс разрушения эмульсий. В связи с этим разработка новых методов разрушения ВНЭ, основанных на применении физических полей, представляет собой актуальную задачу.

Специалистами ООО «НПО «Волна», РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина и ООО «Газпромнефть НТЦ» по заказу ПАО «Газпром нефть» были проведены исследования по увеличению скорости разруше-

А.В. Деньгаев¹, к.т.н.,
В.С. Вербицкий¹, к.т.н.,
И.Т. Мищенко¹, д.т.н.,
А.А. Геталов², к.т.н.,
Б.В. Саргин²,
И.В. Грехов³, к.т.н.,
А.В. Богданов³,
С.А. Тарасевич³

¹РГУ нефти и газа (НИУ)

имени И. М. Губкина

²ООО «НПО «Волна»

³ООО «Газпромнефть НТЦ»

Адрес для связи: dengaeв.a@gubkin.ru

Ключевые слова: водонефтяные эмульсии, деэмульгатор, ультразвуковое воздействие, акустическое поле

DOI: 10.24887/0028-2448-2020-3-28-30

ния ВНЭ, которые основаны на воздействии на эмульсию акустическим полем. Появление технологий с управляемыми акустическими многочастотными (ультразвуковыми) полями заданной амплитуды [5, 6] позволяет решить ряд важных научно-технических задач при промышленной подготовке нефти. Для проведения лабораторных испытаний по определению влияния ультразвукового воздействия (УЗВ) на разделение ВНЭ по заказу ПАО «Газпром нефть» разработаны и изготовлены экспериментальные стенды, на которых выполнены испытания в условиях квазистатических и динамических гидравлических режимов. Рассмотрим результаты испытаний на примере одного из крупных нефтяных месторождений России – Приобского.

Основной целью работы являлось определение физических параметров, влияющих на кинетику выделения воды из ВНЭ при воздействии многочастотными акустическими полями, а также оценка эффективности предлагаемого метода по сравнению с традиционным гравитационным методом. При проведении экспериментов до-

полнительно оценивалась возможность многочастотных акустических ультразвуковых (УЗ) полей разрушать ВНЭ при снижении концентрации используемого деэмульгатора.

Для моделирования ВНЭ использовались пробы пластовых нефти и воды Приобского месторождения, которые перемешивались верхнеприводной лопастной мешалкой при частоте вращения 3000 мин^{-1} в течение 60 мин. Объем готовой продукции составлял 1 л. Впоследствии в течение 60 мин определялось агрегатное состояние эмульсии, в частности, при помощи микрофотографий. При отсутствии границ раздела между фазами приступали к лабораторным опытам с эмульсией. На рис. 1 представлена кинетика отделения воды при воздействии на ВНЭ (соотношение количества вода:нефть – 50:50) УЗ полем с основной частотной гармоникой 21 кГц. При этом в контрольные образцы был добавлен деэмульгатор из расчета 43 г/т, что соответствует условиям подготовки нефти на месторождении. Температура в первом случае была ниже температуры отстоя ($38-40 \text{ }^\circ\text{C}$) и составляла $30 \text{ }^\circ\text{C}$, во втором случае соответствовала базовой температуре ($40 \text{ }^\circ\text{C}$).

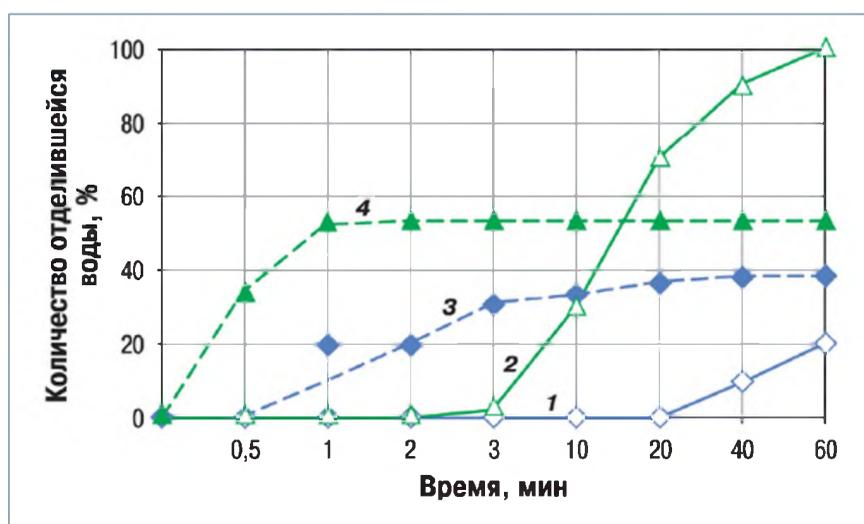


Рис. 1. Кинетика выделения воды при добавлении деэмульгатора в количестве 43 г/т (1, 2) и ультразвуковой обработке с частотой 21 кГц без ввода деэмульгатора (3, 4) при температуре $30 \text{ }^\circ\text{C}$ (1, 3) и $40 \text{ }^\circ\text{C}$ (2, 4) (обводненность ВНЭ равна 50 %)

Из рис. 1 видно, что воздействие УЗ поля способствует укрупнению водяных глобул и их дальнейшему осаждению. Данный процесс существенно зависит от температуры. Отмечается порог максимального количества выделенной воды без применения деэмульгатора, который для температуры $30 \text{ }^\circ\text{C}$ составил 37 %, а для температуры $40 \text{ }^\circ\text{C}$ – 53 %. После прекращения УЗВ процесс слияния глобул прекращается, и доля отделившейся воды остается примерно постоянной.

С ростом обводненности ВНЭ и времени УЗВ пороговое значение максимального водоотделения увеличивается нелинейным образом. Можно предположить, что в резонансные колебания в первую очередь вовлекаются наиболее крупные по размерам водяные глобулы, а пороговое значение максимального водоотделения связано с минимальными размерами водяных глобул. Нефть является для акустической УЗ волны диссипативной средой, поэтому резонансные колебания, начиная с определенных размеров водяных глобул, прекращаются. Требуется либо повышение температуры (снижает вязкость и диссипативные свойства нефти), либо введение деэмульгатора. Если принять эту модель за основу,

то понятным становится фиксируемый тренд повышения порога максимального водоотделения при росте обводненности ВНЭ, в этом случае количество крупных водяных глобул увеличивается. Кроме того, отмечено, что различный спектральный состав УЗВ существенно влияет на качество отделившейся воды, что также требует дополнительного исследования. На рис. 2 представлен многочастотный спектр УЗВ.

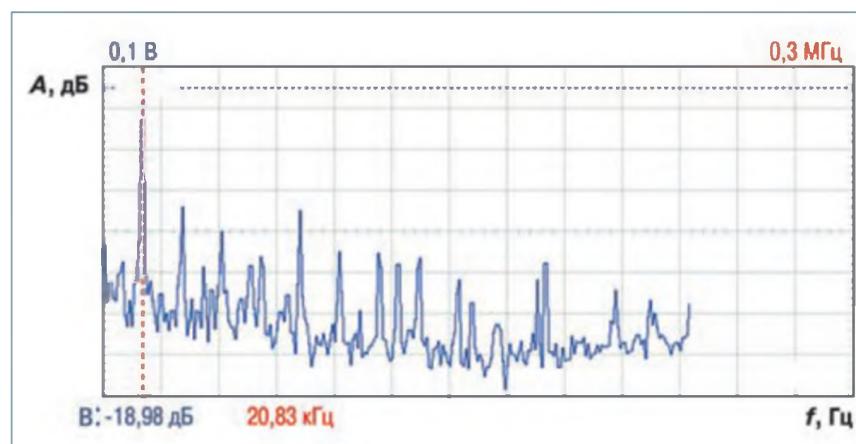


Рис. 2. Многочастотный спектр УЗВ для частоты 21 кГц: А – амплитуда звукового давления; f – частота акустического давления

В проведенных авторами исследованиях наибольший интерес представляет совместное действие многочастотных акустических УЗ полей и химических методов разрушения ВНЭ путем введения деэмульгатора. Во время лабораторных исследований задавались различные параметры, в частности, температура, концентрация деэмульгатора, время и спектральный состав (частота) УЗВ, обводненность эмульсии.

В качестве примера приведем результаты УЗ обработки модельной ВНЭ обводненностью 50 % при температуре $35 \text{ }^\circ\text{C}$ (рис. 3). В ходе экспериментов использовался ряд частот УЗ колебаний – 12, 21 и 36 кГц. После определения оптимального спектра УЗ колебаний дальнейшие опыты проводились при частоте излучения, равной 21 кГц. Мощность УЗВ и гидравлический режим, который создавался лопастной мешалкой, во всех опытах были одинаковыми, причем мощность УЗВ оценочно составляла 10 Вт на 1 л ВНЭ.

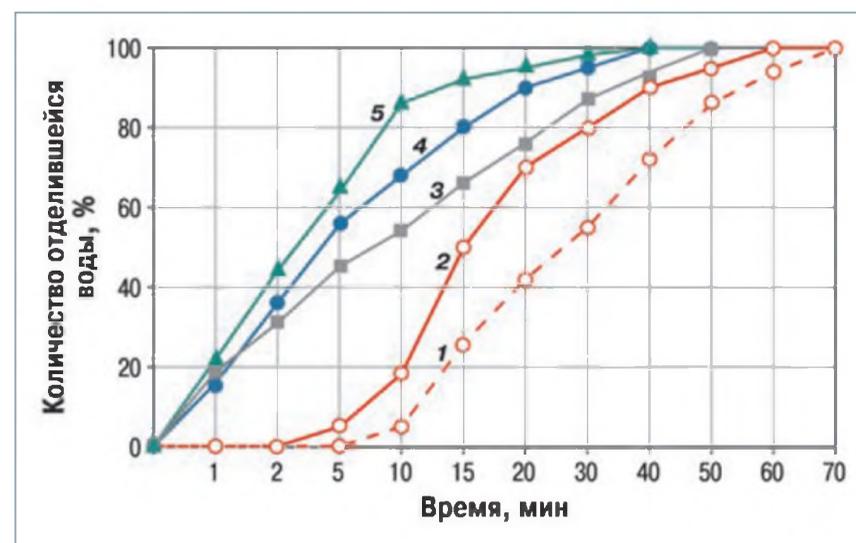


Рис. 3. Кинетика выделения воды при температуре $35 \text{ }^\circ\text{C}$ без УЗВ с расходом деэмульгатора 21 (1) и 43 (2) г/т и с УЗВ в течение 30 с с расходом деэмульгатора 21 г/т при частоте 12 (3), 36 (4) и 21 (5) кГц

Одним из важнейших с точки зрения производственного процесса параметров является время экспозиции. При температуре эксперимента выше $35 \text{ }^\circ\text{C}$ оптимальное время воздействия составило 30 с, однако при сни-

жении температуры до 30 °С требуемый эффект достигался при длительности УЗВ не менее 60 с. При снижении расхода деэмульгатора с 21 до 13 г/т значительно ухудшалась динамика отделения воды: при этом требовалось существенное увеличение времени экспозиции вплоть до 180 с.

Таким образом, получены следующие результаты проведенных исследований.

1. Подтверждена возможность повышения эффективности разделения ВНЭ за счет формирования в них управляемых акустических многочастотных полей заданной амплитуды.

2. Действие акустических полей дает возможность снизить расход деэмульгатора в 2–3 раза по сравнению с текущими нормами и температуру.

3. Определены основные факторы, способствующие решению важных производственных задач: уменьшение нормы ввода деэмульгатора; сокращение времени процесса подготовки нефти в зависимости от температуры; возможность реализации деэмульгации при более низких температурах.

4. Использование УЗВ позволяет повысить производительность действующих дожимных насосных станций, а также значительно снизить капитальные вложения в оборудование объектов первичной подготовки нефти на новых объектах на суше и шельфе.

Исходя из результатов проведенных лабораторно-стендовых исследований запланировано проведение опытно-промышленных работ на Приобском месторождении (ООО «Газпромнефть-Хантос»).

Список литературы

1. Афанасьев Е.С. Факторы стабилизации и эффективность разрушения водонефтяных эмульсий: дис. ... уч. степ. канд. техн. наук. – Астрахань: Кубанский государственный технологический университет, 2013. – 185 с.
2. Верховых А.А., Вахитова А.К., Елпидинский А.А. Обзор работ по воздействию ультразвука на нефтяные системы // Вестник Казанского технологического университета. – 2016. – Т.19. – № 8.
3. Глущенко В.Н. Обратные эмульсии и суспензии в нефтегазовой промышленности. – М: Интерконтакт, Наука, 2008. – 725 с.
4. Деньгаев А.В., Геталов А.А., Вербицкий В.С. Применение акустических методов разделения водонефтяных эмульсий // В сб. докладов Международной научно-технической конференции Geopetrol 2018. – Закопане, 2018. – С. 647–652.
5. Пат. 2540608 РФ, В01F 3/00 Способ ультразвуковой кавитационной обработки жидких сред / А.А. Геталов; заявитель и патентообладатель А.А.Геталов. – № 2013155249/05; заявл. 13.12.13; опубл. 10.02.15.
6. Пат. 2551490 РФ, В01J 19/10, В01F 11/02 Способ ультразвуковой кавитационной обработки жидких сред и расположенных в среде объектов / А.А. Геталов; заявитель и патентообладатель А.А. Геталов. – № 2014117923/05; заявл. 06.05.14; опубл. 27.05.15.

References

1. Afanas'ev E.S., *Faktery stabilizatsii i effektivnost' razrusheniya vodoneftyanykh emul'siy* (Facts of stabilization and the effectiveness of the destruction of oil-water emulsions): thesis of candidate of technical science, Astrakhan, 2013.
2. Verkhovyykh A.A., Vakhitova A.K., Elpidinskiy A.A., *Overview of the effects of ultrasound on oil systems* (In Russ.), *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 2016, V. 19, no. 8, pp. 37-42.
3. Glushchenko V.N., *Obratnye emul'sii i suspenzii v neftegazovoy promyshlennosti* (Inverse emulsions and suspensions in the oil and gas industry), Moscow: Interkontakt - Nauka Publ., 2008. 725 p.
4. Den'gaev A.V., Getalov A.A., Verbitskiy V.S., *Primenenie akusticheskikh metodov razdeleniya vodoneftyanykh emul'siy* (The use of acoustic methods for the separation of oil-water emulsions), *Proceedings of International Scientific and Technical Conference Geopetrol 2018*, Zakopane, 2018, pp. 647–652.
5. Patent no. 2540608 RF, B01F 3/00, *Method for ultrasonic cavitation treatment of liquid media*, Inventor: Getalov A.A.
6. Patent no. 2551490 RF, B01J 19/10, B01F 11/02, *Method of ultrasonic cavitation processing of fluids and objects placed therein*, Inventor: Getalov A.A.