

УДК 622.276.08

**РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТНО-ПРОМЫШЛЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ
ПИЛОТНОГО СТЕНДА ДЛЯ ОБЕЗВОЖИВАНИЯ
ВОДОНЕФТЯНЫХ ЭМУЛЬСИЙ**

**TEST RESULTS OF PILOT BENCH FOR DEHYDRATION
OF WATER-OIL EMULSIONS**

Р.У. Мухамадеев, А.Д. Бадикова, И.Н. Куляшова, Т.Р. Вахитов

**ООО «Альянс Нефтегаз Технолоджи», г. Уфа, Российская Федерация
Уфимский государственный нефтяной технический университет
г. Уфа, Российская Федерация**

**Rishat U. Mukhamadeyev, Albina D. Badikova, Irina N. Kulyashova,
Timur R. Vakhitov**

**Alliance Neftegaz Technology LLC, Ufa, Russian Federation
Ufa State Petroleum Technological University,
Ufa, Russian Federation**

e-mail: badikova_albina@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты исследований по изучению воздействия различных смесительных и коалесцирующих элементов на агрегативную устойчивость водонефтяных эмульсий высоковязких нефтей.

В эксперименте использовались промысловые водонефтяные эмульсии Усинского и Ашальчинского месторождений. Определены физико-химические характеристики водонефтяных эмульсий (плотность составила более 960 кг/м² при 20 °С). Установлено, что исследуемые нефти характеризуются большим содержанием природных эмульгаторов-стабилизаторов водонефтяной эмульсии – смол и асфальтенов до 34 % масс.

Для проведения экспериментов изготовлен пилотный стенд, позволяющий оценить эти воздействия в широком диапазоне изменения времени отстаивания и обводненности эмульсии, а также скорости и времени прохождения эмульсии через эти элементы.

С целью определения эффективности воздействия коалесцирующих элементов для обезвоживания исходной продукции скважин пилотный стенд подключен к трубопроводу между блоком дозирования реагента и сепаратором. Нефтегазовый сепаратор со сбросом воды, содержащий горизонтальный цилиндрический корпус с пакетом коалесцирующих насадок, отличается тем, что в корпусе сепаратора после патрубка ввода по направлению прохождения потока нефтегазовой смеси установлен пакет коалесцирующих насадок, за ним размещается зона осаждения и отстоя с расположенным вверху патрубком отвода нефти и расположенным в нижней части патрубком отвода воды, пакет коалесцирующих насадок состоит из блоков горизонтально ориентированных пластин, имеющих прямоугольную форму, расположенных параллельно друг другу на расстоянии, при этом каждый блок насадок имеет одинаковые гидравлические сопротивления, а зазор между пластинами регулируется проставками, пластины соединены между собой шпильками и фиксируются гайками. Такая конструкция позволяет получить высокую эффективность параметров работы аппарата при исследуемой водонефтяной эмульсии без изменения конструкции аппарата и коалесцирующей насадки. В условиях нефтепромысла обеспечивается настройка внутренних устройств аппарата, снижается металлоемкость и реализуется унификация оборудования.

Abstract. The paper presents the results of research on the effect of various mixing and coalescing elements on the aggregate stability of water-oil emulsions of high-viscosity oils.

The experiment used commercial water-oil emulsions of the Usinsky and Ashalchinsky deposits. Physical and chemical characteristics of water-oil emulsions were determined (density was more than 960 kg/m³ at 20 °C). Also, the

investigated oils are characterized by high content of natural emulsifiers-stabilizers of water-oil emulsion - resins and asphaltenes up to 34 % of the mass.

A pilot bench was assembled for the experiments to assess these effects over a wide range of changes in the residence time and watering of the emulsion, as well as the speed and time of the emulsion passing through these elements.

In order to determine the effect efficiency of coalescing elements for dehydration of initial production of wells, pilot bench is connected to pipeline between reagent dosing unit and separator. oil and gas separator with water discharge, comprising a horizontal cylindrical body with a package of coalescing nozzles, characterised in that a stack of coalescing nozzles is installed in the separator body after the inlet branch pipe in the direction of flow of the oil and gas mixture flow; behind it there is a deposition and settling zone with an oil discharge branch pipe located at the top and a water discharge branch pipe located at the bottom; Note here that coalescing head pack consists of horizontal plate units; having a rectangular shape arranged parallel to each other at a distance, each nozzle unit having the same hydraulic resistances; clearance between plates is controlled by spacers, plates are connected to each other by studs and fixed by nuts. Such a design allows to obtain high efficiency of apparatus operating parameters for existing water-oil emulsion without changing the apparatus design and coalescing nozzle. Adjustment of internal devices of the apparatus in oil field conditions is provided, metal consumption is reduced and unification of equipment is implemented.

Ключевые слова: водонефтяная эмульсия; коалесцер; смеситель; кольца Палля; просечно-вытяжной лист; сетчатый пакет; пилотный стенд

Key words: water-oil emulsion; coalescer; mixer; Pall rings; cut-out sheet; mesh bag; pilot stand

Одним из наиболее дешевых и массовых методов разрушения устойчивых водонефтяных эмульсий является применение различных

деэмульгаторов. В нефтяной промышленности также широко применяется способ гравитационного отстоя эмульсии. В качестве отстойной аппаратуры получили широкое распространение горизонтальные цилиндрические аппараты, применяемые в качестве базы для ступеней предварительного сброса воды и ступени обезвоживания и обессоливания водонефтяной эмульсии. При разработке месторождений с осложненными физико-геологическими условиями появляются значительные трудности, которые сильно ограничивают возможности применения стандартного оборудования [1–3].

Статическое и динамическое отстаивание – наиболее распространенный метод на промыслах. Данный метод особенно эффективен при высоком проценте обводненности водонефтяной эмульсии. Разделение фаз происходит в аппаратах под действием гравитационных сил и использования разности плотностей подтоварной воды и нефти.

Учитывая большое количество используемого на промыслах емкостного оборудования, ее модернизация и создание новых высокопроизводительных образцов всегда является актуальной. Применение аппаратов с улучшенными характеристиками позволяют уменьшить стоимость оборудования и эксплуатации, сократить размеры технологических площадок и количество контрольно измерительной аппаратуры.

Предпринятые в последние годы попытки применения внутренних устройств интенсификации процесса, показали перспективность данного направления [4].

В аппаратах гравитационного отстоя, представляющие собой, как правило, горизонтальные стальные отстойники нефти, подтоварная вода отделяется при непрерывном поступлении эмульсии в него.

Движение водонефтяной смеси, в зависимости от выбранного аппарата, может осуществляться горизонтально или вертикально, и зависит от конструкции отстойника и расположения распределительных устройств. В

таких условиях необходимо использование альтернативных способов, например применение интенсифицирующих устройств.

В работах [5–11] показан усовершенствованный нефтегазовый сепаратор для интенсификации процесса расслоения водонефтяных эмульсий высоковязких нефтей.

Отличительной особенностью сепаратора является наличие пакета коалесцирующих насадок, выполненных в виде блоков пластин, имеющих одинаковое гидравлическое сопротивление. Количество блоков зависит от диаметра аппарата. Одинаковые гидравлические сопротивления достигаются за счет одинакового расстояния между коалесцирующими пластинами. Блоки, состоящие из пластин, выполнены с возможностью регулирования расстояния между пластинами в случае необходимости.

В этой связи целью работы явилось *проведение опытно-промышленных испытаний пилотного стенда, включающего усовершенствованный сепаратор для обезвоживания водонефтяных эмульсий.*

Объектами исследований являлись промысловые водонефтяные эмульсии Усинского и Ашальчинского месторождений.

Физико-химические характеристики водонефтяных эмульсий приведены в таблице 1.

Конструкция пилотного стенда представлена на рисунке 1.

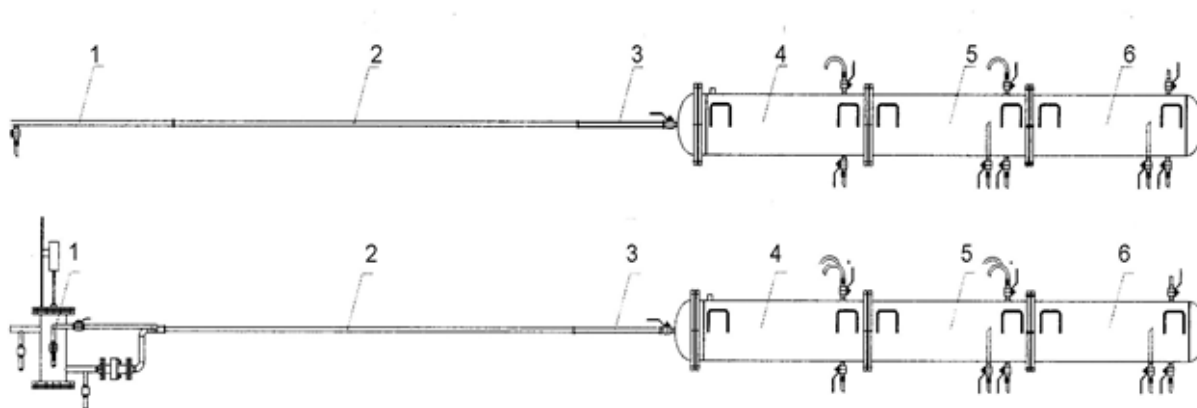


Рисунок 1. Схема пилотного стенда со статическим (вверху) и динамическим (внизу) смесителями

Таблица 1. Физико-химические характеристики водонефтяных эмульсий

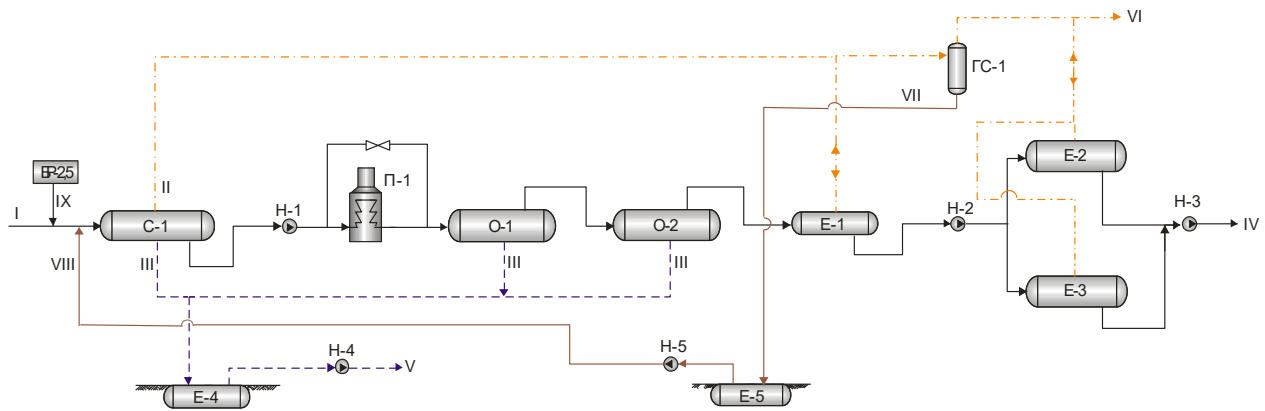
Показатель	Ашальчинское месторождение
Плотность, кг/м ³ при 20 °С	962–966
Вязкость, мПа*с	2680–4100
Обводненность эмульсии, % мас.	18
Температура застывания	минус 12–минус 5
Содержание, % масс.	
насыщенные углеводороды	60–64
ароматические углеводороды	25–30
смолы	25–28
асфальтены	4,8–5,5
сера	4,0–4,5

Пилотный стенд состоит из смесителя 1 (статического или динамического), массообменного коллектора трубного 2 длиной 3 м и условным диаметром 25 мм, коалесцирующей вставки 3 длиной 0,5 м и условным диаметром 25 мм и трех трубных сепарационных секций 4, 5 и 6 длиной по 1 м и условным диаметром 300 мм, соединенных между собой фланцами. Перед смесителем 1 предусмотрен пробоотборник для отбора исходной эмульсии, а в конце секций 4, 5 и 6 предусмотрены пробоотборники для отбора проб с верхнего, среднего и нижнего уровней соответственно. Стенд снабжен электрообогревом с возможностью поддерживать температуру эмульсии до 95 °С и теплоизоляцией.

Результаты и их обсуждение

Продукция скважин поступает на установку (рисунок 2) подготовки с обводнённостью более 70 % при температуре 85–95 °С. На входе она обрабатывается деэмульгатором «Интекс 720», поступающим из блока подачи реагента БР-1 из расчёта 200–250 г/т нефти, и направляется в трёхфазный сепаратор С-1 объемом 100 м³, где при давлении 0,04–0,06 МПа происходит ее сепарация от газа и предварительное

обезвоживание. Отделившийся газ из С-1 поступает в газосепаратор ГС-1 объемом 4 м³. Уровень воды в С-1 поддерживается в пределах 1,0–1,2 м регулирующим клапаном. Отделившаяся попутная вода из С-1 отводится в подземную ёмкость Е-4 объемом 63 м³.



- I – продукция скважин (сырье); II – попутный газ; III – попутная вода;
- IV – подготовленная сверхвязкая нефть на УПСВ-7 «Ашальчи»;
- V – попутная вода на УПСВ-7 «Ашальчи»;
- VI – газ в факельный коллектор на УПСВ-7 «Ашальчи»; VII – конденсат;
- VIII – дренаж; IX – деэмульгатор; С-1 – трехфазный сепаратор;
- О-1 и О-2 – отстойники обезвоживания; П-1 – путевой подогреватель;
- У-1 – буферная емкость; ГС-1 – газосепаратор; БР-2,5 – блок подачи реагента;
- Н-1-3 – насосы; Н-4-5 – погружные насосы

Рисунок 2. Технологическая схема подготовки продукции скважин

При достижении уровня жидкости в С-1 значений в пределах 2,6–2,7 м производится запуск сырьевого насоса Н-1 с откачкой предварительно обезвоженной нефти с массовой долей воды не более 30 % с расходом 5–10 м³/ч в отстойник О-1 объемом 100 м³. При снижении уровня жидкости в С-1 до значений в пределах 1,8–1,9 м производится остановка насоса Н-1.

В отстойнике О-1 при температуре не менее 85 °С производится дополнительное обезвоживание нефти. Необходимая температура отстаивания в О-1 обеспечивается паровым змеевиком. Периодически, при поступлении жидкости от насоса Н-1 в О-1, с его верхней части производится вывод частично обезвоженной нефти с массовой долей воды не более 5 % в отстойник О-2 объемом 100 м³. Уровень воды в О-1

поддерживается в пределах 0,8–1,0 м регулирующим клапаном. Отделившаяся попутная вода из О-1 отводится в подземную ёмкость Е-4.

В отстойнике О-2 при температуре не менее 85 °С производится окончательное обезвоживание нефти. Необходимая температура отстаивания в О-2 обеспечивается паровым змеевиком. Периодически, при поступлении жидкости из О-1 в О-2, с его верхней части производится вывод обезвоженной нефти с массовой долей воды не более 1 % в буферную ёмкость Е-1 объемом 50 м³, также оснащенную паровым змеевиком. Уровень воды в О-2 поддерживается в пределах 0,4–0,6 м регулирующим клапаном. Отделившаяся попутная вода из О-2 отводится в Е-4. По мере накопления обезвоженной нефти в Е-1 через пробоотборные вентили, расположенные по высоте этой ёмкости, производится отбор проб на анализ. После получения положительных результатов анализов (массовая доля воды не более 1 % и массовая концентрация хлористых солей не более 900 мг/дм³) производится откачка товарной нефти насосом Н-2 с расходом 10–30 м³/ч для учёта в одну из двух ёмкостей Е-2 объемом 100 м³ или Е-3 объемом 200 м³, оснащенные паровыми змеевиками.

С целью определения эффективности воздействия коалесцирующих элементов для обезвоживания исходной продукции скважин пилотный стенд был подключен к трубопроводу между блоком дозирования реагента и сепаратором С-1. Параметры работы трубопровода представлены в таблице 2.

Таблица 2. Параметры работы входного нефтесборного трубопровода

Параметры	Значения
Обводненность продукции скважин, %	60–98
Температура продукции скважин, °С	60–65
Давление, МПа	0,11–0,15
Дозировка реагента-деэмульгатора, г/т нефти	170

Перед началом экспериментов смеситель был заполнен кольцами Рашига размерами 5 x 5 мм с толщиной стенки 1 мм (рисунок 3), а в секцию б поместили осадительное пластинчатое устройство (рисунок 4).

Эксперименты проводились в соответствии с методикой с коалесцирующими вставками диаметрами 25 и 100 мм (рисунок 4) между секциями 4 и 5 в виде колец Рашига (рисунок 5) либо мелкоячеистой сетки и без вставок при времени отстаивания в секциях 5 и 6 в течение 2, 6 и 12 ч.



Рисунок 3.
 Осадительное
 устройство (вид
 со стороны потока)



Рисунок 4.
 Коалесцирующие
 вставки



Рисунок 5.
 Кольца Рашига
 после извлечения
 из смесителя

Скорость прохождения эмульсии через вставки рассчитывали по формуле:

$$V = \frac{Q}{S},$$

где Q – расход воды через установку, м³/с;

S – свободное сечение в коалесцирующей вставке, м².

Усредненные результаты экспериментов представлены в таблице 3.

Таблица 3. Усредненные результаты экспериментов остаточной обводненности нефти от времени отстаивания при использовании различных коалесцеров

Тип коалесцера	Продолжительность отстаивания, ч	Скорость потока в коалесцирующей вставке, м/с	Обводненность нефти на выходе, %
Без коалесцирующей вставки	2	-	4,2
	6	-	3,4
	12	-	2,4
Сетка	2	0,042	2,5
	6	0,014	1,7
	12	0,007	1,5
Кольца Рашига	2	0,042	3,6
	6	0,014	2,6
	12	0,007	1,7

Зависимость остаточной обводненности нефти от времени отстаивания при использовании различных коалесцеров приведена на рисунке 6.

Установлено, что применение внутренних устройств улучшает процесс обезвоживания нефти и позволяет получить нефть с меньшим в 1,5–2,0 раза остаточным содержанием воды. Однако вследствие сильного изменения состава продукции скважин и недостаточной температуры отстаивания в пилотном стенде на этом этапе испытаний не удалось добиться желаемой глубины обезвоживания нефти.

остаточная обводненность, %

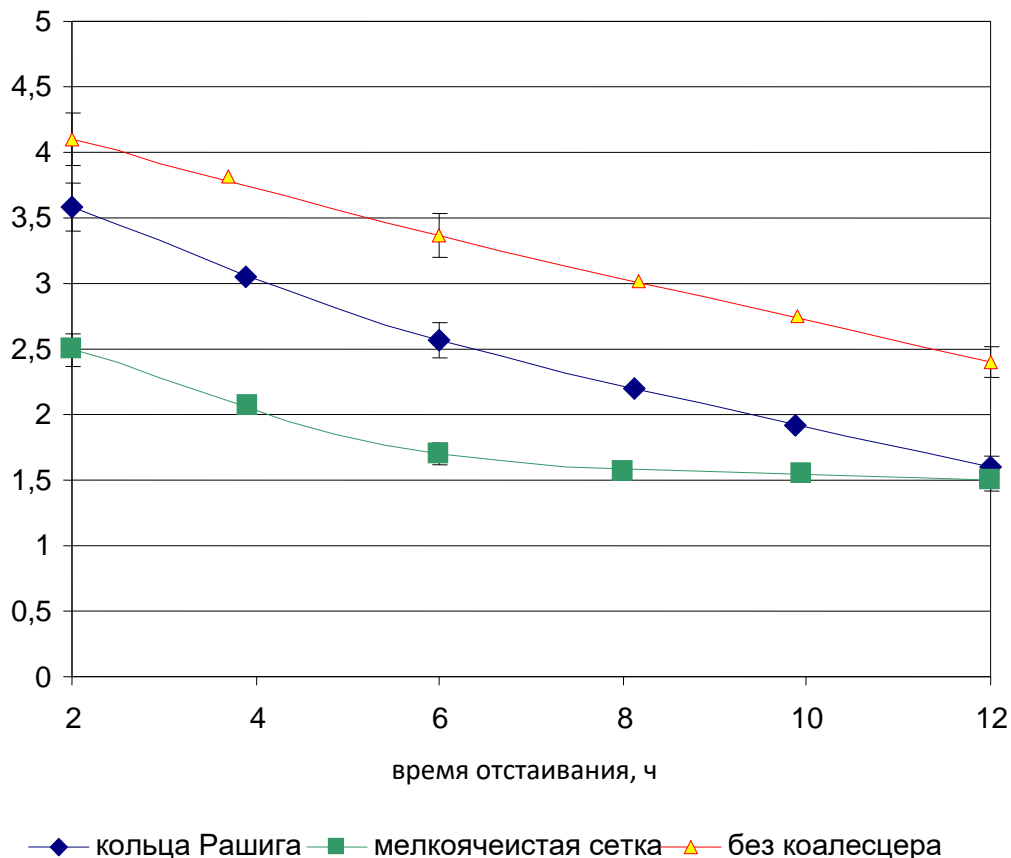


Рисунок 6. Графики зависимости остаточной обводненности нефти от времени отстаивания при использовании различных коалесцеров

Выводы

На основании полученных результатов опытных испытаний пилотного стенда для разделения водонефтяных эмульсий высоковязких нефтей подобраны наиболее эффективные смесительные, коалесцирующие и осадительные устройства.

Представлена методика расчета параметров внутренних интенсифицирующих устройств. Рекомендуемая скорость потока обрабатываемой эмульсии в коалесцере – 1–5 мм/с. Содержание остаточной воды после обработки составило 1,5 %, что недостаточно и, соответственно, требуется предварительная подготовка водонефтяной эмульсии.

Список используемых источников

1. Sheng C.D., Shen X. Simulation of Acoustic Agglomeration Processes of Poly-Disperse Solid Particle // Journal of Aerosol Science and Technology. 2007. Vol. 41. Issue 1. P. 1-13. DOI: 10.1080/02786820601009704.
2. Судыкин А.Н., Сахабутдинов Р.З., Губайдулин Ф.Р., Судыкин С.Н. Новые технологии подготовки тяжёлых высоковязких нефтей и природных битумов // Нефть. Газ. Новации. 2012. № 5 (160). С. 20-24.
3. Виденеев В.И., Выговской В.П. Нефтегазоводоразделитель с прямым подогревом (НГВРП) // Сфера Нефтегаз. 2007. № 1. С. 23-27.
4. Семихина Л.П., Перекупка А.Г., Семихин Д.В. Подбор деэмульгаторов с учетом температурного режима подготовки нефти // Нефтяное хозяйство. 2003. № 9. С. 89-91.
5. Нурабаев Б.К., Абайылданов Б.К., Абдели Д.Ж., Ескожиева А.Б., Тойпасова У.М. Изучение устойчивости водонефтяных эмульсий на основе амбарной нефти месторождения Жыланкабак и оптимизация процесса обессоливания // Вестник КазНИТУ. 2010. № 5. С. 189-192.
6. Мухамадеев Р.У., Бадикова А.Д., Изилиянова Д.Л. Определение содержания асфальтенов, смол и углеводородов в образце асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО) нефтяной скважины Вынгапурского месторождения (ЯНАО) // Актуальные проблемы науки и техники-2019: матер. XII международ. науч.-практ. конф. молодых ученых. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2019. С. 241-242.
7. Пат. 2700747 РФ, МПК Е 21 В 43/34. Нефтегазовый сепаратор со сбросом воды / А.Д. Бадикова, Р.У. Мухамадеев. 2018127804, Заявлено 27.07.2018; Опубл. 19.09.2019. Бюл. 26.
8. Мухамадеев Р.У., Вольцов А.А., Шеметов А.В. Исследование процесса очистки пластовой воды на экспериментальном адсорбере // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2011. № 4. С. 96-101. URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Mukhamadeev/Mukhamadeev_3.pdf (дата обращения: 02.12.2020).

9. Мухамадеев Р.У., Бадикова А.Д., Куляшова И.Н., Файзрахманов И.С., Сахибгареев С.Р., Федина Р.А., Мустафин А.Г. Эффективность использования деэмульгатора-ингибитора коррозии для комплексной подготовки высоковязких водонефтяных эмульсий // Башкирский химический журнал. 2019. Т. 26. № 4. С. 68-73. DOI: 10.17122/bsj-2019-4-68-73.

10. Мухамадеев Р.У., Бадикова А.Д., Ширяева Р.Н., Рулло А.В., Изилиянова Д.Л. Оценка эффективности интенсифицирующих устройств для процесса подготовки тяжелых нефтей // Российская нефтепереработка и нефтехимия – проблемы и перспективы: матер. всеросс. науч.-практ. конф. (к 100-летию со дня рождения д.т.н., профессора Варфоломеева Д.Ф.). Уфа: Фонд поддержки и развития науки, 2018. С. 60-66.

11. Мухамадеев Р.У., Бадикова А.Д., Ширяева Р.Н., Рулло А.В., Изилиянова Д.Л. Проведение лабораторных исследований эффективности интенсифицирующих устройств для процесса подготовки тяжелых нефтей // Научно-технические технологии в решении проблем нефтегазового комплекса: матер. VIII международ. молодежной науч. конф. Уфа: РИЦ БашГУ, 2018. С. 214-215.

References

1. Sheng C.D., Shen X. Simulation of Acoustic Agglomeration Processes of Poly-Disperse Solid Particle. *Journal of Aerosol Science and Technology*, 2007, Vol. 41, Issue 1, pp. 1-13. DOI: 10.1080/02786820601009704.

2. Sudykin A.N., Sakhabutdinov R.Z., Gubaidulin F.R., Sudykin S.N. Novye tekhnologii podgotovki tyazhelykh vysokovyazkikh neftei i prirodnykh bitumov [New Procedures in Treatment of Heavy High Viscous Oils and Natural Bitumen]. *Neft'. Gaz. Novatsii – Oil. Gaz. Novation*, 2012, No. 5 (160), pp. 20-24. [in Russian].

3. Videneev V.I., Vygovskoi V.P. Neftegazovorazdelitel' s pryamym podogrevom (NGVRP) [Oil and Gas Water Separator with Direct Heating (NGVRP)]. *Sfera Neftegaz – Sphere Oil and Gas*, 2007, No. 1, pp. 23-27. [in Russian].

4. Semikhina L.P., Perekupka A.G., Semikhin D.V. Podbor deemul'gatorov s uchetom temperaturnogo rezhima podgotovki nefti [Demulsifiers Selection in View of a Thermal Regime of Oil Treating]. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2003, No. 9, pp. 89-91. [in Russian].

5. Nurabaev B.K., Abaiyldanov B.K., Abdeli D.Zh., Eskozhieva A.B., Toipasova U.M. Izuchenie ustoichivosti vodoneftyanykh emul'sii na osnove ambarnoi nefti mestorozhdeniya Zhylyankabak i optimizatsiya protsessa obessolivaniya [Study of the Stability of Oil-Water Emulsions Based on Barn Oil from the Zhylyankabak Field and Optimization of the Desalination Process]. *Vestnik KazNITU – Vestnik KazNRTU*, 2010, No. 5, pp. 189-192. [in Russian].

6. Mukhamadeev R.U., Badikova A.D., Izilyanova D.L. Opreделение sodержaniya asfal'tenov, smol i uglevodorodov v obraztse asfal'tosmoloparafinykh otlozhenii (ASPO) neftyanoi skvazhiny Vyngapurskogo mestorozhdeniya (YaNAO) [Determination of the Content of Asphaltenes, Resins and Hydrocarbons in a Sample of Asphalt-Resin-Paraffin Deposits (ARPD) of an Oil Well of the Vyngapur Field (Yamalo-Nenets Autonomous Okrug)]. *Materialy XII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii molodykh uchenykh «Aktual'nye problemy nauki i tekhniki-2019»* [Materials of the XII International Scientific and Practical Conference of Young Scientists «Actual Problems of Science and Technology-2019»]. Ufa, UGNTU Publ., 2019, pp. 241-242. [in Russian].

7. Badikova A.D., Mukhamadeev R.U. *Neftegazovyi separator so sbrosom vody* [Oil and Gas Separator with Water Discharge]. Patent RF, No. 2700747, 2019. [in Russian].

8. Mukhamadeev R.U., Vol'tsov A.A., Shemetov A.V. Issledovanie protsessa ochildki plastovoi vody na eksperimental'nom adsorbere [Investigation of Produced Water Treatment in Experimental Adsorber]. *Elektronnyi nauchnyi zhurnal «Neftegazovoe delo» – Electronic Scientific Journal «Oil and Gas Business»*, 2011, No. 4, pp. 96-101. URL: http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Mukhamadeev/Mukhamadeev_3.pdf (accessed 02.12.2020). [in Russian].

9. Mukhamadeev R.U., Badikova A.D., Kulyashova I.N., Faizrakhmanov I.S., Sakhibgareev S.R., Fedina R.A., Mustafin A.G. Effektivnost' ispol'zovaniya deemul'gatora-ingibitora korrozii dlya kompleksnoi podgotovki vysokovyazkikh vodoneftyanykh emul'sii [The Effectiveness of the Use of a Demulsifier-Corrosion Inhibitor for the Integrated Preparation of High-Viscosity Oil-Water Emulsions]. *Bashkirskii khimicheskii zhurnal – Bashkir Chemical Journal*, 2019, Vol. 26, No. 4, pp. 68-73. DOI: 10.17122/bcj-2019-4-68-73. [in Russian].

10. Mukhamadeev R.U., Badikova A.D., Shiryayeva R.N., Rullo A.V., Izilyanova D.L. Otsenka effektivnosti intensivitsiruyushchikh ustroystv dlya protsessa podgotovki tyazhelykh neftei [Evaluation of the Effectiveness of Intensifying Devices for the Preparation of Heavy Oils]. *Materialy Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (k 100-letiyu so dnya rozhdeniya d.t.n., professora Varfolomeeva D.F.) «Rossiiskaya neftepererabotka i neftekhimiya – problemy i perspektivy»* [Materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference (to the 100th Anniversary of the Birth of Doctor of Technical Sciences, Professor Varfolomeev DF) «Russian Oil Refining and Petrochemistry – Problems and Prospects»]. Ufa, Fond podderzhki i razvitiya nauki Publ., 2018, pp. 60-66. [in Russian].

11. Mukhamadeev R.U., Badikova A.D., Shiryayeva R.N., Rullo A.V., Izilyanova D.L. Provedenie laboratornykh issledovaniy effektivnosti intensivitsiruyushchikh ustroystv dlya protsessa podgotovki tyazhelykh neftei [Conducting Laboratory Studies of the Effectiveness of Intensifying Devices for the Preparation of Heavy Oils]. *Materialy VIII Mezhdunarodnoi molodezhnoi nauchnoi konferentsii «Naukoemkie tekhnologii v reshenii problem neftegazovogo kompleksa»* [Materials of the VIII International Youth Scientific Conference «Science-Intensive Technologies in Solving the Problems of the Oil and Gas Complex»]. Ufa, RITs BashGU Publ., 2018, pp. 214-215. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Мухамадеев Ришат Уралович, ведущий инженер ООО «Альянс Нефтегаз Технолоджи», г. Уфа, Российская Федерация

Rishat U. Mukhamadeev, Lead Engineer, Alliance Neftegaz Technology LLC, Ufa, Russian Federation

e-mail: r.mukhamadeev@angt.su

Бадикова Альбина Дарисовна, д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой «Физическая и органическая химия», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Albina D. Badikova, Doctor of Engineering Sciences, Professor, Head of Physical and Organic Chemistry Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: rmni@mail.ru

Куляшова Ирина Николаевна, канд. техн. наук, доцент кафедры «Физическая и органическая химия», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Irina N. Kulyashova, Candidate of Engineering Sciences, Assistant Professor of Physical and Organic Chemistry Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: rmni@mail.ru

Вахитов Тимур Рифович, студент кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Timur R. Vakhitov, Student of Oil and Gas Transportation and Storage Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: Vakhitov2001@mail.ru