

DOI: 10.17122/ntj-oil-2019-4-77-85

УДК 622.692.4

М.М. Велиев, А.Г. Гумеров, О.А. Макаренко (Уфимский государственный нефтяной технический университет, г. Уфа, Российская Федерация),
Э.М. Велиев (Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Октябрьском, г. Октябрьский, Республика Башкортостан, Российская Федерация)

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВЫХ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ТРАНСПОРТУ И ОБЕЗВОЖИВАНИЯ НЕФТИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ БЕЛЫЙ ТИГР И ДРАКОН

Mubariz M. Veliev, Asgat G. Gumerov, Oleg A. Makarenko (Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation),
Elshad M. Veliev (Oktyabrskiy Affiliate of Ufa State Petroleum Technological University, Oktyabrskiy, Republic of Bashkortostan, Russian Federation)

STUDY OF NEW CHEMICAL REAGENTS FOR OIL TREATING AND DEHYDRATION OF OIL AT WHITE TIGER AND DRAGON OIL FIELDS

Введение

При разработке нефтяных месторождений особые трудности встречаются при сборе и межпромысловом транспорте высокозастывающих нефтей. Вопросы транспортировки высоковязких и высокозастывающих нефтей в условиях СП «Вьетсовпетро» особенно актуальны в связи со значительным увеличением их доли в общем объеме нефтедобычи.

В статье рассматриваются новые химические реагенты - деэмульгаторы для улучшения реологических свойств нефти при транспорте и для ее обезвоживания до товарной кондиции. Приводятся результаты анализа работы системы подготовки нефти на месторождениях СП «Вьетсовпетро» при проведении опытно-промысловых испытаний деэмульгатора TPS-609 фирмы Thuan Phong.

Background

In oil fields development, special difficulties are encountered in the collection and interfield transport of high-quenching oils. The issues of transportation of highly viscous and high-boiling oils in the conditions of the Vietsovpetro JV are particularly relevant due to the significant increase in their share in the oil production total volume.

The article discusses new chemical reagents - demulsifiers to improve the rheological properties of oil during transport and to dehydrate it to commodity condition. The results of the analysis of the oil treatment system at Vietsovpetro JV fields during the field tests of the TPS-609 demulsifier from Thuan Phong are presented.

Цели и задачи

Исследования образцов новых деэмульгаторов с целью подбора наиболее эффективных реагентов для улучшения подготовки нефти на месторождениях СП «Вьетсовпетро» как с точки зрения технологии их применения, так и из экономической выгоды.

Результаты

Для улучшения подготовки нефти на месторождениях СП «Вьетсовпетро» предлагается использовать деэмульгатор TPS-609, который позволяет осуществлять процесс обезвоживания нефти, добываемой на месторождениях Белый Тигр и Дракон до требуемого качества.

Возможно применение деэмульгатора TPS-609 с дозировкой 25 ppm для подготовки нефти, добываемой на месторождении Белый Тигр, и с дозировкой 40 ppm для подготовки нефти, добываемой на месторождении Дракон.

Aims and Objectives:

Research of new demulsifiers samples with the aim of selecting the most effective reagents for improving the oil treatment at Vietsovpetro JV oil fields, both in terms of their use technology and of economic benefits.

Results

To improve the oil treatment at Vietsovpetro JV oil fields, it is proposed to use the demulsifier TPS-609, which allows the dehydration process of oil extracted from the White Tiger and Dragon oil fields to the required quality.

It is possible to use a TPS-609 demulsifier with a dosage of 25 ppm for oil treatment at White Tiger oil field, and with a dosage of 40 ppm for oil treatment at Dragon oil field.

Ключевые слова: транспорт нефти; обезвоживание нефти; товарная кондиция; подготовка нефти; опытное испытание; технологическая платформа; обезвоженная нефть

Key words: oil transportation; oil dehydration; market standard; oil treatment; pilot testing; technological platform; dry oil

При разработке нефтяных месторождений особые трудности встречаются при сборе и межпромысловом транспорте высокостывающих нефтей. Вопросы транспортировки высоковязких и высокостывающих нефтей в условиях СП «Вьетсовпетро» особенно актуальны в связи со значительным увеличением их доли в общем объеме нефтедобычи [1].

Основные проблемы, возникающие при перекачке высоковязких и высокостывающих нефтей, связаны с их малой подвижностью, высокой температурой застывания; если высокая вязкость обусловлена большим содержанием в нефти парафина, то - с отложениями парафина на стенках трубопровода.

При разработке нефтяных месторождений в скважинном оборудовании и в коммуникациях системы нефтегазосбора обра-

зуются и постепенно наращиваются асфальтосмолистые и парафиновые отложения, уменьшая тем самым сечение трубопровода, снижая производительность скважин, и в случае несвоевременного принятия мер приводят к их полной остановке. Процесс восстановления работоспособности замороженных коммуникаций системы нефтегазосбора весьма трудоемок и нередко приводит к замене застывших участков [2, 3].

Борьба с отложениями проводится в основном путем применения химических реагентов, которые подбираются для каждого конкретного типа отложений и дозируются регламентированно. Перекачка с химическим реагентом требует тщательного подбора химического реагента, обладающего свойствами депрессорных присадок. Однако следует учитывать, что в результате применения де-

прессаторов диапазон изменения реологических свойств нефти нередко оказывается недостаточным для решения проблемы [4, 5].

Применение депрессорных присадок является прогрессивным способом улучшения реологических характеристик нефтей. Присадки вводят при температуре нефти 50-70 °С в виде концентрированного раствора. Применение обработки депрессорными присадками неэффективно для нефти, высокая вязкость которой обусловлена большим содержанием асфальтосмолистых веществ [6].

Эффективность применения депрессорных присадок зависит от состава нефти, объема и длины трубопровода, от технологии введения присадки.

Улучшение текучести высокопарафинистой нефти введением депрессорной присадки объясняется тем, что добавление к нефти присадки ведет к формированию кристаллов парафина с повышенной степенью дисперсности. Образование несвязанных друг с другом кристаллов парафина изменяет структурно-механические свойства высокопарафинистой нефти.

При температуре ниже температуры застывания нефти депрессор снижает прочность структуры парафина и повышает ее пластичность, хотя характер разрушения остается упругопластичным, т.е. таким же, как у исходной нефти.

При совместном извлечении из недр нефти, газа и воды за счет энергии выделяющего газа, а также в результате диспергирования в насосах, прохождения через штудирующие устройства образуются водонефтяные эмульсии.

Для эффективного разрушения стойких водонефтяных эмульсий в системе сбора, подготовки и транспорта нефти используется деэмульгатор.

Деэмульгаторы представляют собой смесь водо- и маслорастворимых реагентов. Маслорастворимая часть деэмульгатора воздействует на дисперсную среду из нефтяной фазы. Следовательно, процесс деэмульсации в трубопроводе осуществляется быстро и эффективно в том случае, когда реагент растворяется и распределяется в нефтяной фазе

или органических растворителях и затем диффундирует к глобулам воды.

С целью улучшения реологических свойств нефти при транспорте до установок беспричального налива нефти (УБН) и обезвоживания до товарной кондиции в СП «Вьетсовпетро» применяются химические реагенты - депрессаторы и деэмульгаторы [7, 8].

Для обработки добываемой нефти морских стационарных платформ (МСП) и блок-кондукторов (БК) месторождения Белый Тигр используются депрессаторы. Обработанная продукция далее транспортируется на центральную технологическую платформу ЦТП-2 и центральный технологический комплекс ЦТК-3. Сепарированная нефть на ЦТП-2 и ЦТК-3 транспортируется на УБН-3.

На месторождениях Дракон и Южный Дракон - Дой Мой депрессатор применяется для обработки продукции морских стационарных платформ RP-1, RP-3 и блок-кондукторов для межпромыслового транспорта и откачки на УБН-3. Деэмульгаторы применяются для внутритрубной деэмульсации нефти при подаче на МСП-11, МСП-3, ЦТК-3, ЦТП-2, МСП-1 (или МСП-8), RP-1, RP-3, RC-7 (или RC-3/1) и обезвоживания нефти на всех УБН, установленных на месторождениях Белый Тигр и Дракон.

В связи с тем, что в условиях СП «Вьетсовпетро» для улучшения подготовки нефти широко применяются депрессаторы и деэмульгаторы, исследования новых образцов депрессаторов и деэмульгаторов, с целью выбора наиболее эффективных реагентов с точки зрения технологии применения и экономического фактора, являются актуальной задачей. В течение 2016 г. в НИПИморнефтегаз СП «Вьетсовпетро» продолжались исследования новых депрессаторов и деэмульгаторов для поиска реагентов, обладающих наибольшей эффективностью для подготовки нефти к транспорту и обезвоживания до товарной кондиции.

Ниже приведены некоторые результаты лабораторных и опытно-промышленных исследований депрессаторов и деэмульгаторов различных фирм-производителей.

Лабораторные исследования эффективности деэмульгатора TPS-609 фирмы Thuan Phong были проведены НИПИморнефтегаз в 2014 г.

Состояние подготовки нефти на месторождениях СП «Вьетсовпетро» до опытно-промыслового испытания деэмульгатора TPS-609 было следующее.

На МСП месторождения Белый Тигр производится двухступенчатая сепарация от газа. На некоторых морских стационарных платформах (МСП-6, МСП-7, МСП-10, МСП-11) применялась одноступенчатая сепарация газа с дальнейшим транспортом продукции в виде газонасыщенной нефти для сепарации второй ступени в блок емкости (БЕ) МСП-4, МСП-5, МСП-9. На блок-кондукторах БК-3, БК-4, БК-5, БК-6, БК-8 и БК-10 имеется возможность сепарировать продукцию в установку предварительного отбора газа (УПОГ). Обезвоженная продукция ЦТК-3 и ЦТП-2 распределялась между УБН «Вьетсовпетро-01» и УБН «Бави».

На месторождении Дракон двухступенчатая сепарация газа производится на морских стационарных платформах RP-3, RP-2, RP-1, дегазированная нефть откачивается на УБН-3 для обезвоживания. Параметры подготовки нефти на месторождениях Белый Тигр и Дракон в период до испытания TPS-609 представлены на рисунках 1-4.

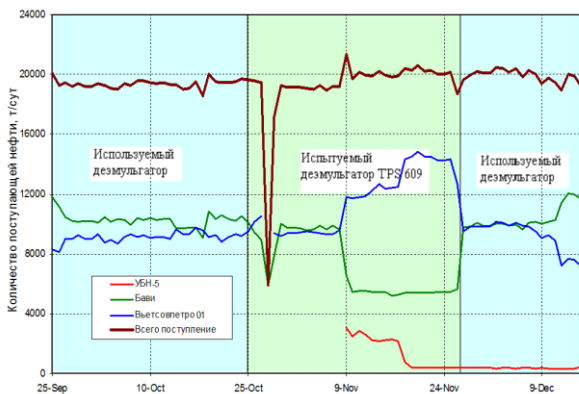


Рисунок 1. Количество нефти, поступающей на УБН «Бави», «Вьетсовпетро-01» и УБН-05 для подготовки до и во время опытно-промыслового испытания деэмульгатора TPS-609

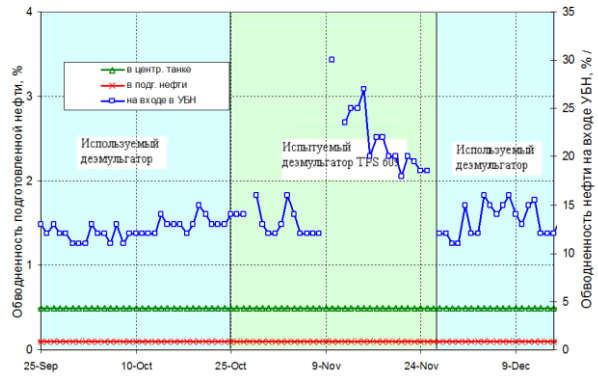


Рисунок 2. Параметры подготовки нефти на УБН «Бави» до и во время опытно-промыслового испытания деэмульгатора TPS-609

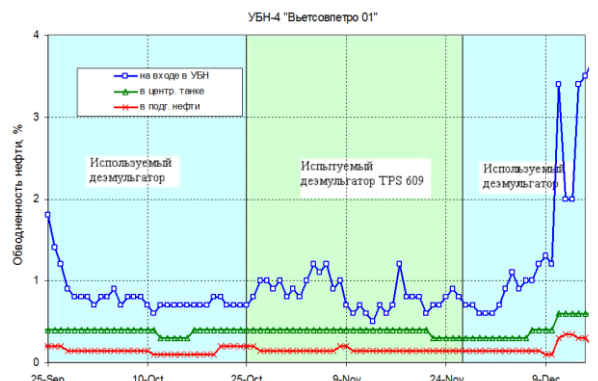


Рисунок 3. Параметры подготовки нефти на УБН «Вьетсовпетро-01» до и во время опытно-промыслового испытания деэмульгатора TPS-609

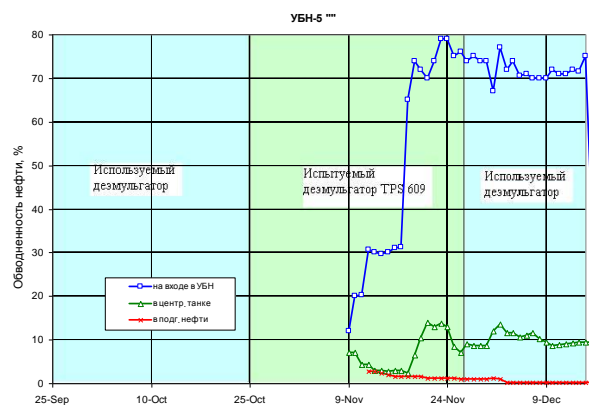


Рисунок 4. Параметры подготовки нефти на УБН-05 во время опытно-промыслового испытания деэмульгатора TPS-609

До опытно-промышленного испытания деэмульгатора TPS-609 на месторождениях СП «Вьетсовпетро» применялись деэмульгаторы МА-195, ДМО-86318 и РХ-0190. Удельный расход деэмульгатора для обезвоживания нефти месторождения Белый Тигр составлял порядка 25 мл/м³, а месторождения Дракон - 40 мл/м³.

Анализ параметров работы системы подготовки нефти на месторождениях СП «Вьетсовпетро» до опытно-промышленного испытания деэмульгатора TPS 609 показывает, что при объеме подготавливаемой на центральной технологической платформе и центральном технологическом комплексе продукции в диапазоне 6000-10000 т нефти в сутки, средняя обводненность поступающей продукции соответственно составляла 30 % и 22,1 %.

В период до испытания на месторождениях СП «Вьетсовпетро» работали две УБН: «Бави» и «Вьетсовпетро-01».

Параметры работы УБН до испытания деэмульгатора TPS-609 приведены в таблице 1. Обводненность нефти, поступающей на УБН «Бави», составляла в среднем 8-16 % об., количество воды, отделяемой и очищаемой на УБН перед сбросом в море, составляло 1000-2300 м³/сут (в среднем 1700 м³/сут), что значительно превышает проектную мощность данной УБН - 1500 м³/сут. Остаточная обводненность подготавливаемой нефти в технологических танках УБН «Бави» составляла 0,3-0,7 % об., а остаточная обводненность подготовленной нефти 0,1-0,2 % об., что удовлетворяет требованиям к товарной нефти. УБН «Вьетсовпетро-01» принимала нефти, подготовленные на ЦТП-2 и ЦТП-3, с обводненностью 0,5-3,5 % об., поэтому проблемы подготовки нефти на этой УБН нет.

На основании Программы опытно-промышленных испытаний деэмульгаторов DMC-DeMul и TPS-609 при подготовке нефти на объектах СП «Вьетсовпетро», утвержденной Главным инженером 13.09.2015, с 25.10.2015 по 27.11.2015 на месторождениях Белый Тигр и Дракон были проведены опытно-промышленные испытания деэмульгатора TPS-609 фирмы Thuan Phong с целью обезвоживании нефти.

С 11.11.2015 УБН-05 начала принимать нефть в количестве до 2500 т/сут при проведении пуско-наладочных работ. Дегазированная обводненная нефть, добываемая на МСП-1 и МСП-8, откачивалась на УБН-05 для обезвоживания.

На месторождении Дракон схема подготовки нефти оставалась без изменения. Параметры работы ЦТП-2, ЦТК-3 и УБН-03 до и во время опытно-промышленного испытания деэмульгаторов TPS-609 фирмы Thuan Phong приведены на рисунках 5, 6.

Анализ параметров работы системы подготовки нефти на месторождениях СП «Вьетсовпетро» во время опытно-промышленного испытания деэмульгатора TPS 609 показывает, что при объеме подготавливаемой нефти в диапазоне 5000-8500 т/сут средняя обводненность поступающей продукции составляла 28-30 % и 20-22 % соответственно. На месторождении Белый Тигр закачка деэмульгатора TPS-609 производилась на МСП-1, МСП-3, МСП-11, ЦТП-2 и ЦТК-3 со средним удельным расходом 26 мл/м³. На месторождении Дракон закачка деэмульгатора TPS-609 производилась на RP-1 и RP-3 со средним удельным расходом 45,6 мл/м³. На установке беспричального налива подготовка нефти производится в технологическом танке с поддержанием температуры на уровне 50-60 °С. Общее суточное поступление нефти на работающие УБН в период испытания TPS-609 составляло 18000-20000 т/сут. Параметры работы УБН во время испытания деэмульгатора TPS-609 приведены в таблице 2.

Обводненность нефти, поступающей на УБН «Бави», составляла в среднем 17,5 % об., количество воды в среднем 1700 м³/сут. Остаточная обводненность подготавливаемой нефти в технологических танках УБН «Бави» составляла 0,3-0,7 % об., а остаточная обводненность подготовленной нефти составляла 0,1-0,2 % об., что не отличается от качества подготовки при использовании применяемых в СП «Вьетсовпетро» деэмульгаторов и удовлетворяет требованиям для товарной нефти.

Таблица 1. Параметры работы УБН до испытания деэмульгатора TPS-609

Параметр	УБН «Бави»	УБН «Вьетсовпетро-01»
Среднее поступление нефти, т/сут	9432	10078
Давление на входе, атм	1,5-2,5	1,4-2,6
Обводненность поступающей нефти, %	6-22	0,4-3,5
Температура нефти на входе, °С	35-41	48-56
Температура нефти в технологическом танке, °С	54-60	53-57
Обводненность нефти в технологическом танке, %	0,3-0,7	0,3-0,7
Обводненность подготовленной нефти, %	0,1-0,2	0,10-0,35

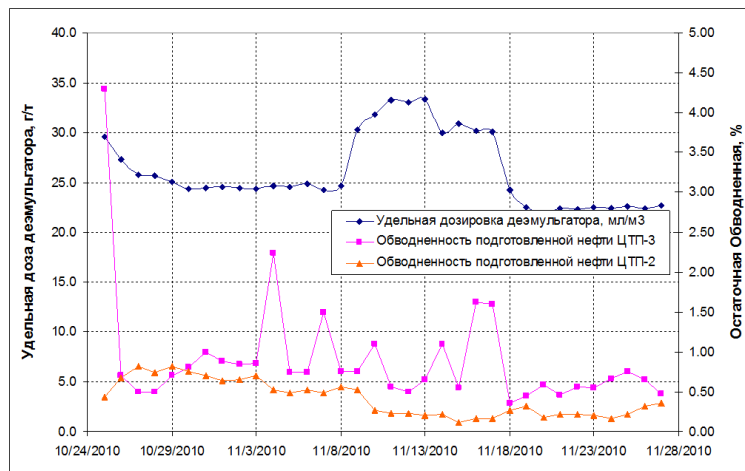


Рисунок 5. Параметры подготовки нефти на ЦТП-2 и ЦТК-3 при опытно-промышленных испытаниях деэмульгатора TPS-609

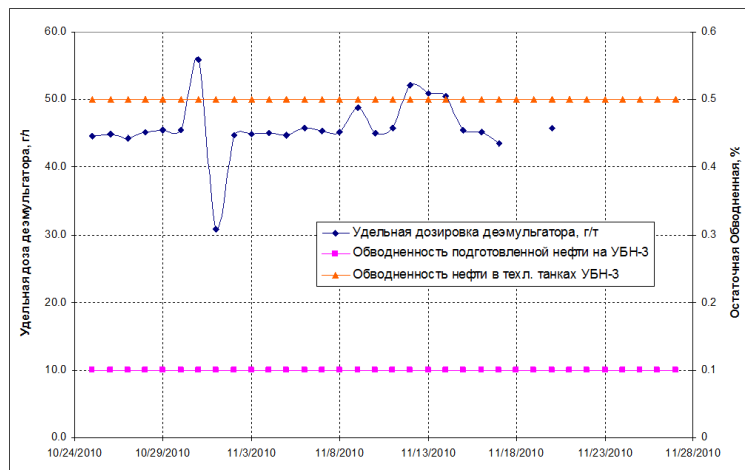


Рисунок 6. Параметры подготовки нефти на УБН-03 при опытно-промышленного испытания деэмульгатора TPS-609

Таблица 2. Параметры работы УБН во время испытания деэмульгатора TPS-609

Параметр	УБН «Бави»	УБН «Вьетсовпетро-01»	УБН-5
Среднее поступление нефти, т/сут	7289	11500	350-2000
Давление на входе, атм	1,5-2,5	1,4-2,6	0,70-1,25
Обводненность поступающей нефти, %	17,5	0,85	32-75
Температура нефти на входе, °С	35-41	48-56	40-51
Температура нефти в технологическом танке, °С	54-60	53-57	58-66
Обводненность нефти в технологическом танке, %	0,3-0,7	0,3-0,7	1,8-13,5
Обводненность подготовленной нефти, %	0,1-0,2	0,10-0,35	0,15-1,20

УБН «Вьетсовпетро-01» принимала нефти, подготовленные на ЦТП-2 и ЦТК-3, с обводненностью 0,5-3,5 % об., поэтому проблемы подготовки нефти на этой УБН нет.

Остаточная капельная нефть в сбрасываемой в море пластовой воде до и во время испытания не превышала 30 ppm.

УБН-5 принимала дегазированную нефть, откачиваемую с МСП-1 и МСП-6, с обводненностью 32-75 % об., в данный период на УБН-5 проводились пуско-наладочные работы, поэтому обводненность в технологических танках и подготовленной нефти оставалась еще высокой, но это не означает, что эффективность деэмульгатора TPS-609 низкая.

Выводы и рекомендации

На основании результатов анализа работы системы подготовки нефти на

месторождениях СП «Вьетсовпетро» при проведении опытно-промысловых испытаний деэмульгатора TPS-609 фирмы Thuan Phong можно сделать следующие выводы.

1. Деэмульгатор TPS-609 позволяет осуществлять процесс обезвоживания нефти, добываемой на месторождениях Белый Тигр и Дракон до требуемого качества, т.е. остаточная обводненность подготовленной нефти составляет ниже 0,5 % об. Остаточная капельная нефть в сбрасываемой в море пластовой воде составляла не более 30 ppm, что не превышает нормативный предел (40 ppm).

2. Возможно применение деэмульгатора TPS-609 с дозировкой 25 ppm для подготовки нефти, добываемой на месторождении Белый Тигр, и с дозировкой 40 ppm для подготовки нефти, добываемой на месторождении Дракон.

Список литературы

1. Мирзаджанзаде А.Х., Ковалев А.Г., Зайцев Ю.В. Особенности эксплуатации месторождений аномальных нефтей. М.: Недра, 1972. 198 с.
2. Мастобаев Б.Н., Хайбуллин Р.Я., Арменский Е.А. Влияние асфальтосмолистых веществ на процесс парафинизации трубопроводов // Транспорт и хранение нефти и нефтепродуктов. 1981. № 8. С. 9-11.
3. Нгия Т.Т., Бахтизин Р.Н., Велиев М.М., Мастобаев Б.Н. и др. Транспорт и хранение высоковязких нефтей. СПб.: Недра, 2015. 544 с.
4. Кханг Н.Т., Ван Н.Т., Ахмадеев А.Г., Велиев М.М. Совершенствование технологии сбора и транспорта добываемой продукции на месторождении «Белый Тигр» // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2010. Вып. 4 (82). С. 41-48.
5. Нгия Т.Т., Велиев М.М., Зунг Л.В. Удаление асфальтосмоло-парафиновых отложений воздействием различных кислотно-щелочных систем на газожидкостный поток // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2014. Вып. 2 (96). С. 97-106.
6. Мастобаев Б.Н., Дмитриева Т.В., Мовсумзаде Э.М. Депрессорные присадки для трубопроводного транспорта высокопарафинистых нефтей и тяжелых нефтепродуктов // Транспорт и хранение нефтепродуктов. 2000. № 5. С. 16-20.
7. Зунг Л.В., Велиев М.М. Технология удаления и предотвращения асфальтосмоло-парафиновых отложений // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2014. Вып. 3 (97). С. 45-54.
8. Кханг Н.Т., Ван Н.Т., Ахмадеев А.Г., Велиев М.М. Предотвращение образования и удаление имеющихся отложений в насосно-компрессорных трубах скважин и технологическом оборудовании // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2011. Вып. 2 (84). С. 30-39.

References

1. Mirzadzhanzade A.Kh., Kovalev A.G., Zaitsev Yu.V. *Osobennosti ekspluatatsii mestorozhdenii anormal'nykh neftei* [The Features of Exploitation of Deposits of Abnormal Oils]. Moscow, Nedra Publ., 1972. 198 p. [in Russian].
2. Mastobaev B.N., Khaibullin R.Ya., Armenskii E.A. Vliyanie asfal'tosmolistykh veshchestv na protsess parafinizatsii truboprovodov [Influence of Asphalt-Resinous Substances on the Process of Paraffinization of Pipelines]. *Transport i khranenie neftei i nefteproduktov – Transportation and Storage of Oil and Petroleum Products*, 1981, No. 8, pp. 9-11. [in Russian].
3. Ngia T.T., Bakhtizin R.N., Veliev M.M., Mastobaev B.N. etc. *Transport i khranenie vysokovyazkikh neftei* [Transportation and Storage of High-Viscosity Oils]. Saint-Petersburg, Nedra Publ., 2015. 544 p. [in Russian].
4. Khang N.T., Van N.T., Akhmadeev A.G., Veliev M.M. Sovershenstvovanie tekhnologii sbora i transporta dobyvaemoi produktsii na mestorozhdenii «Belyi Tigr» [Field Oil Gathering and Transportation Technologies Improving on «White Tiger»]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta neftei i nefteproduktov – Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2010, Issue 4 (82), pp. 41-48. [in Russian].
5. Ngia T.T., Veliev M.M., Zung L.V. Udalenie asfal'tosmolo-parafinovykh otlozhenii vozdeistviem razlichnykh kislotno-shchelochnykh sistem na gazozhidkostnyi potok [Asphalt-Tar-Wax Deposit Removal by Gas-Liquid Flow Treatment with Various Acid-Alkali Systems]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta neftei i nefteproduktov – Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2014, Issue 2 (96), pp 97-106. [in Russian].
6. Mastobaev B.N., Dmitrieva T.V., Movsumzade E.M. Depressornye prisadki dlya truboprovodnogo transporta vysokoparafinistykh neftei i tyazhelykh nefteproduktov [Depressor Additives for Pipeline Transport of High-Paraffin Oil and Heavy Oil Products]. *Transport i khranenie neftei i nefteproduktov – Transportation and Storage of Oil and Petroleum Products*, 2000, No. 5, pp. 16-20. [in Russian].
7. Zung L.V., Veliev M.M. Tekhnologiya udaleniya i predotvrashcheniya asfal'tosmolo-parafinovykh otlozhenii [Asphaltene Deposits Removing and Scale Prevention]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta neftei i nefteproduktov – Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2014, Issue 3 (97), pp. 45-54. [in Russian].
8. Kkhang N.T., Van N.T., Akhmadeev A.G., Veliev M.M. Predotvrashchenie obrazovaniya i udalenie imeyushchikhsya otlozhenii v nasosno-kompressornykh trubakh skvazhin i tekhnologicheskome oborudovanii [Prevention of Deposition and Removal of Deposits Existing in the Well Tubing and in The Process Equipment]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta neftei i nefteproduktov – Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2011, Issue 2 (84), pp. 30-39. [in Russian].

Авторы

• Велиев Мубариз Мустафа оглы, д-р техн. наук, доцент
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Профессор кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
e-mail: veliev.rd@vietsov.com.vn

• Гумеров Асгат Галимьянович, доктор технических наук, профессор
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Профессор кафедры «Сооружение и ремонт газонефтепроводов и газонефтехранилищ»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
e-mail: gumerov@anrb.ru

• Макаренко Олег Анатольевич, д-р техн. наук
Уфимский государственный нефтяной технический университет
Профессор кафедры «Транспорт и хранение нефти и газа»
Российская Федерация, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1
e-mail: thng@mail.ru

• Велиев Элшад Мубаризович, канд. техн. наук
Филиал Уфимского государственного нефтяного технического университета в г. Октябрьском
Преподаватель кафедры «Разведка и разработка нефтяных и газовых месторождений»
Российская Федерация, 452607, Республика Башкортостан, г. Октябрьский, ул. Девонская, 54 а
e-mail: _elshad_@mail.ru

The Authors

• Veliev Mubariz M., Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor
Ufa State Petroleum Technological University
Professor of Oil and Gas Transportation and Storage Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: veliev.rd@vietsov.com.vn

• Gumerov Asgat G., Doctor of Engineering Sciences, Professor
Ufa State Petroleum Technological University
Professor of Gas and Oil Pipelines and Storage Facilities Construction and Repair Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: gumerov@anrb.ru

• Makarenko Oleg A., Doctor of Engineering Sciences
Ufa State Petroleum Technological University
Professor of Oil and Gas Transportation and Storage Department
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,
Russian Federation
e-mail: thng@mail.ru

• Veliev Elshad M., Candidate of Engineering Sciences
Oktyabrskiy Affiliate of Ufa State Petroleum Technological University
Assistant Professor of Exploration and Exploitation of Oil and Gas Fields Department
54 a, Devonskaya str., Oktyabrskiy, Republic of Bashkortostan, 452607, Russian Federation
e-mail: _elshad_@mail.ru