

УДК 622.276.72

**ИССЛЕДОВАНИЕ ИНГИБИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ  
КИСЛОРОДСОДЕРЖАЩИХ ГЕТЕРОАТОМНЫХ СОЕДИНЕНИЙ  
К ОТЛОЖЕНИЯМ АСФАЛЬТЕНОВОГО ТИПА**

**STUDY OF THE INHIBITING CAPACITY OF OXYGEN-CONTAINING  
HETEROATOMIC COMPOUNDS TO ASPHALTEN-TYPE DEPOSITS**

**Р.Р. Гумеров, М.Н. Рахимов, С.Р. Сахибгареев**

**ООО «Салым Петролеум Сервиз Б.В.»,**

**г. Москва, Российская Федерация**

**Уфимский государственный нефтяной технический университет,**

**г. Уфа, Российская Федерация**

**Ramil R. Gumerov, Marat N. Rakhimov, Samat R. Sahibgareev**

**Salym Petroleum Service B.V. LLC, Moscow, Russian Federation**

**Ufa State Petroleum Technological University, Ufa, Russian Federation**

**e-mail: [rmni@mail.ru](mailto:rmni@mail.ru)**

**Аннотация.** В настоящее время интенсивно увеличивается доля проблемных нефтяных систем в общем объеме добываемого нефтесодержащего сырья, характеризующегося высоким содержанием парафиновых углеводородов и смолисто-асфальтеновых соединений. В процессе добыче и транспортировке парафинистых и высокопарафинистых нефтяных систем на внутренней поверхности нефтепромыслового оборудования образуются асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО), способствующие снижению производительности скважин, значительному уменьшению поперечного сечения нефтепроводов, а в некоторых случаях приводит к остановке перекачивания.

Содержание в нефти асфальтенов, смол и парафинов оказывает огромное влияние на ее вязкость, и с ростом этих компонентов в составе нефти вязкость становится непостоянной, что вызывает значительные трудности в процессе перекачки и транспортировки.

Вследствие этого процесс подготовки оборудования и механизмов к ремонту (очистка, промывка, обезжиривание), т.е. удаление отложений, возникающих в период эксплуатации, является актуальным как с позиции экологической и пожарной безопасности, так и с точки зрения огромных финансовых затрат.

Применяемые в настоящее время для этих целей технологии обладают высокой себестоимостью, низкой экологичностью и эффективностью, а также связаны с вредными условиями труда.

Анализ применяемых технологий борьбы с АСПО на предприятиях ПАО «НК «Роснефть» показывает, что способы защиты внутрискважинного оборудования в периметре одной компании различаются в значительной степени. Выбор технологии определяется влиянием многих факторов, таких как способ добычи нефти, состав и интенсивность отложений, географическое расположение. Каждый способ борьбы с АСПО имеет свои достоинства и недостатки. В этой связи важной задачей является подбор оптимальных технологий для конкретного месторождения или группы месторождений.

**Abstract.** Currently, the share of problem oil systems in the total volume of extracted oil-containing feedstock, characterized by a high content of paraffinic hydrocarbons and resinous-asphaltene compounds, is rapidly increasing. In the process of extracting and transporting paraffinic and highly paraffinic oil systems, asphalt-resin-paraffin deposits are formed on the inner surface of oilfield equipment, contributing to a decrease in well productivity, a significant decrease in the cross-section of oil pipelines, and in some cases, leads to a pumping stop.

The content of asphaltenes, resins and paraffins in oil has a huge effect on its viscosity, and with the growth of these components in the composition of oil, the

viscosity becomes unstable, which causes significant difficulties in the process of pumping and transportation.

As a consequence, the process of preparing equipment and mechanisms for repair (cleaning, washing, degreasing), i.e. removal of deposits that arise during its operation is relevant both from the standpoint of environmental and fire safety, and from the point of view of huge financial costs.

The technologies currently used for these purposes have a high cost, low environmental friendliness and efficiency, and are also associated with hazardous working conditions. An analysis of the technologies used to combat asphalt-resin-paraffin deposits in subsidiaries of NK Rosneft shows that the methods of protecting downhole equipment within the perimeter of one company differ significantly. The choice of technology is determined by the influence of many factors, such as the method of oil production, the composition and intensity of deposits, and geographic location. Each method of dealing with asphalt-resin-paraffin deposits has its own advantages and disadvantages. In this regard, an important task is to select the optimal technologies for a particular field or group of fields.

**Ключевые слова:** ингибирующая способность; кислородсодержащие гетероатомные соединения; твердые асфальтосмолопарафиновые отложения

**Key words:** inhibitory ability; oxygen-containing heteroatomic compounds; solid asphalt-resinous-paraffin deposits

В настоящее время интенсивно увеличивается доля проблемных нефтяных систем в общем объеме добываемого нефтесодержащего сырья, характеризующегося высоким содержанием парафиновых углеводородов и смолисто-асфальтеновых соединений [1–4]. В процессе добычи и транспортировки парафинистых и высокопарафинистых нефтяных систем на внутренней поверхности нефтепромыслового оборудования образуются

асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО), способствующие снижению производительности скважин, значительному уменьшению поперечного сечения нефтепроводов, а в некоторых случаях это приводит к остановке перекачивания [4, 5].

Содержание в нефти асфальтенов, смол и парафинов оказывает огромное влияние на ее вязкость и с ростом этих компонентов в составе нефти вязкость становится непостоянной, что вызывает значительные трудности в процессе перекачки и транспортировки [6–9].

Вследствие этого процесс подготовки оборудования и механизмов к ремонту (очистка, промывка, обезжиривание), т.е. удаление отложений, возникающих в период его эксплуатации, является актуальным как с позиции экологической и пожарной безопасности, так и с точки зрения огромных финансовых затрат [10–13].

Применяемые в настоящее время для этих целей технологии обладают высокой себестоимостью, низкой экологичностью и эффективностью, а также связаны с вредными условиями труда [14–17].

Анализ применяемых технологий борьбы с АСПО на предприятиях ПАО «НК «Роснефть» показывает, что способы защиты внутрискважинного оборудования в периметре одной компании различаются в значительной степени. Выбор технологии определяется влиянием многих факторов, таких как способ добычи нефти, состав и интенсивность отложений, географическое расположение. Каждый способ борьбы с АСПО имеет свои достоинства и недостатки.

В этой связи важной задачей является исследование ингибирующей способности кислородсодержащих гетероатомных соединений к отложениям асфальтенового типа.

Объектами исследования являются нефть и АСПО добывающих скважин Приобского месторождения. Компонентный состав пластовой нефти и свойства дегазированной нефти представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Состав и свойства пластовой и дегазированной нефти

Компоненты	Состав пластовой нефти, % масс.	
	АС <sub>10</sub>	АС <sub>12</sub>
Пласт	АС <sub>10</sub>	АС <sub>12</sub>
Азот+редкие	0,33	0,27
Двуокись углерода	0,32	0,39
H <sub>2</sub> S	0,00	0,00
Метан	20,62	18,58
Этан	1,88	3,45
Пропан	4,66	6,42
Изобутан	1,59	1,34
n-Бутан	5,04	4,65
Изопентан	2,05	1,75
n-Пентан	3,04	2,85
C <sub>6</sub> +высшие	60,47	59,72
Пласт	АС <sub>10</sub>	АС <sub>12</sub>
Параметры	Дегазированная нефть	
Молекулярная масса, г/моль	232,00	236,00
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	879,00	867,00
P <sub>пл.</sub> , атм.	257,00	268,00
T <sub>пл.</sub> , °C	90,00	92,00
Химический состав, % масс.		
- асфальтенов	3,00	2,20
- парафинов	3,00	2,70
- силикагелевых смол	12,80	10,40

Компонентный состав отложений асфальтосмолопарафинов, отобранных из насосно-компрессорных труб (НКТ) и установок электроцентробежных насосов (УЭЦН) нефтяных скважин Приобского месторождения, представлен в таблице 2.

**Таблица 2.** Компонентный состав АСПО из НКТ и УЭЦН

Показатель	Количество проб	Диапазон значений, % масс.	Среднее значение, % масс.
Асфальтены	22	7,7-60,0	30,8
СМОЛЫ		8,0-27,0	16,7
Парафины		7,0-41,3	14,9

В работе изучались свойства исходных нефтей, ингибиторов и отложений.

Проводились следующие лабораторные исследования:

- изучение состава АСПО по методу Маркуссона;
- реологические исследования проб нефти на реометре MARS (Haake, Германия) с использованием системы воспринимающих элементов «цилиндр – цилиндр», включающие расчёт по модели Гершеля – Балкли и определение температуры структурирования нефти на основании исследования влияния температуры и скорости сдвига на эффективную вязкость и напряжение сдвига;
- исследование эффективности ингибирования АСПО методом «Холодного стержня» [6–9].

Для исследований выбраны данные вещества, поскольку они обладают высокой степенью адгезии к металлическим поверхностям, образуя сплошную, трудноудаляемую плёнку, что должно препятствовать образованию АСПО на стенках оборудования [4, 5]. Среди исследованных соединений высокую активность показали карбоновые кислоты и эфиры щавелевой кислоты.

В таблице 3 представлены результаты исследования ингибирующей активности эфиров щавелевой кислоты на пробах нефти Приобского месторождения.

**Таблица 3.** Результаты исследования эффективности ингибирования АСПО эфиров щавелевой кислоты

Эфиры	Эффективность ингибирования при дозировке 200 мг/л, %
Моноэтилоксалат (C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub> )	61
Диэтилоксалат (C <sub>6</sub> H <sub>10</sub> O <sub>4</sub> )	59
Дипропилоксалат (C <sub>8</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub> )	69
Дибутилоксалат (C <sub>10</sub> H <sub>18</sub> O <sub>4</sub> )	73
Диамилоксалат (C <sub>12</sub> H <sub>22</sub> O <sub>4</sub> )	84
Диизоктилоксалат (C <sub>18</sub> H <sub>34</sub> O <sub>4</sub> )	82

Результаты проведённых исследований показывают, что эфиры щавелевой кислоты обладают высокой эффективностью ингибирования по отношению к АСПО исследованной нефти.

Кроме того, установлено, что эффективность эфиров зависит от структуры их молекул и числа атомов углерода в молекуле. Как следует из рисунка 1, максимальную эффективность эфиры проявляют при числе атомов углерода в составе молекул равном 12, что, на наш взгляд, объясняется теорией мономолекулярной адсорбции Ленгмюра, в соответствии с которой существует момент предельного насыщения адсорбционного слоя.



**Рисунок 1.** Зависимость ингибирующей способности АСПО от числа атомов углерода в эфире при дозировке 200 г/т

Известно, что при введении  $\alpha$ -олефинов в состав удалителей АСПО их диспергирующая способность повышается. Высокая диспергирующая активность  $\alpha$ -олефинов объясняется их повышенной адсорбционной способностью к поверхности АСПО за счет двойной связи. Было также выявлено, что данное свойство  $\alpha$ -олефинов позволяет применять их в качестве ингибиторов модифицирующего действия.

Проведенные исследования показали, что композиции на основе  $\alpha$ -олефинов обладают ингибирующими свойствами особенно эффективно по отношению к АСПО асфальтенового типа. Указанное свойство  $\alpha$ -олефинов

обусловлено наличием двойной связи в  $\alpha$ -положении, обеспечивающей высокое сродство к полярным частицам АСПО, какими являются асфальтены.

В таблице 4 представлены результаты определения ингибирующей способности  $\alpha$ -олефинов по отношению к АСПО нефти Приобского месторождения.

**Таблица 4.** Эффективность опытных образцов ингибиторов, %

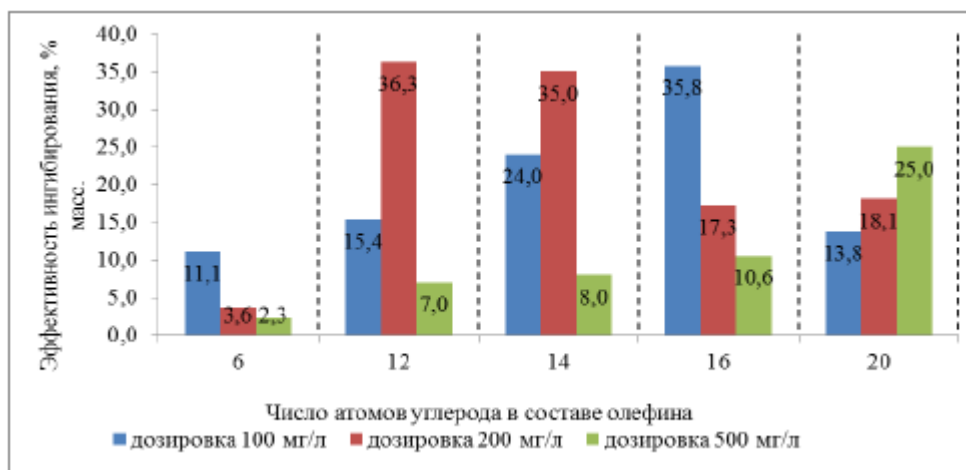
Наименование ингибитора	Дозировка ингибитора, мг/л		
	100	200	500
Ингибитор № 1 (гексен-1)	11,1	3,6	2,3
Ингибитор № 2 ( $\alpha$ -олефины $C_{12}...C_{14}$ в смеси с толуолом)	15,4	36,3	7,0
Ингибитор № 2 (тетрадекен-1)	24,0	35,0	8,0
Ингибитор № 3 (эйкозен-1)	13,8	18,1	25,0
Ингибитор № 5 (олефины $C_{16}-C_{18}$ )	30,8	17,3	10,6

Как следует из таблицы 4, зависимости эффективности ингибирования от концентрации для  $\alpha$ -олефинов не симбатны. При принятых концентрациях, если для гексена с увеличением концентрации эффективность падает, то для эйкозена и фракции  $C_{16}-C_{18}$ , наоборот, с повышением концентрации, она растет. Для остальных олефинов эта зависимость проходит через экстремум. Такие зависимости связаны с разными числами молекул олефинов в единичном их объеме. Таким образом, и в случае с  $\alpha$ -олефинами в каждом конкретном случае необходимо подбирать свои пределы концентрации.

В ходе исследований были выявлены зависимости эффективности ингибирования  $\alpha$ -олефинов по отношению к отложениям асфальтенового типа от их молекулярной массы (рисунок 2).

Как следует из рисунка 2, зависимость эффективности  $\alpha$ -олефинов по отношению к отложениям асфальтенового типа от числа атомов углерода в молекуле носит экстремальный характер.





**Рисунок 2.** Эффективность опытных ингибиторов в зависимости от числа атомов углерода

С учетом полученных результатов исследований для опытного ингибитора, показавшего наиболее высокие результаты ( $\alpha$ -олефины  $C_{12}...C_{14}$  (50 % раствор в толуоле)), были проведены дополнительные испытания с более мелким шагом 50 мг/л.

Результаты исследований представлены на рисунке 3.

Как следует из рисунка 3, зависимость эффективности ингибирования от концентрации носит экстремальный характер с максимумом при концентрации 250 мг/л. Также приведены результаты сравнительных исследований эффективности экспериментальных и промышленных ингибиторов в пробах нефти Приобского месторождения.



**Рисунок 3.** Зависимость эффективности опытного ингибитора (олефины  $C_{12} - C_{14}$  в смеси с толуолом) от концентрации

Исследования проводили по методу «Холодного стержня» при принятых в настоящее время промышленных пределах расхода ингибиторов (100–500 мг/л).

Тестировались 6 промышленно выпускаемых ингибиторов: АСПО – депрессорная присадка ВЭС-410, ингибитор АСПО ЕС 3019 «NALCO», СНПХ-7941, ХПП-004, ХПП-007, реагент компании Baker Petrolite, а также Диэтилбензол, кубовый остаток ректификации этилбензола (КОРЭ) в смеси с толуолом.

Результаты экспериментов представлены в таблице 5.

Как следует из таблицы 5, между эффективностью ингибирования и дозировкой промышленных ингибиторов нет одинаковой зависимости. Для большинства ингибиторов с повышением дозировки эффективность возрастает или проходит через максимум. По этой причине в каждом конкретном случае подбираются свои пределы эффективной концентрации.

Как следует из таблиц 4 и 5, ряд опытных композиций показывает эффективность ингибирования АСПО асфальтенового типа на уровне лучших промышленных образцов ингибиторов.

**Таблица 5.** Эффективность ингибирования промышленными ингибиторами

Ингибиторы	Эффективность ингибирования при дозировке, %		
	100 мг/л	200 мг/л	500 мг/л
ДП ВЭС-410 (50 % раствор в бензоле)	5	13	18
Ингибитор АСПО ЕС 3019«NALCO»	19	48	22
СНПХ-7941	18	34	73
ХПП-004	5	9	42
ХПП-007	14	34	25
Импортный ингибитор	21,1	3,0	16,4
КОРЭ+толуол	4,5	24,4	24,4
Диэтилбензол	10,6	8,1	12,1

С учетом полученных результатов лабораторных исследований разработан проект технических условий на ингибитор ОЛАС-12.

Основные физико-химические свойства ингибитора ОЛАС-12 приведены в таблице 6.

**Таблица 6.** Основные физико-химические свойства ингибитора ОЛАС-12

Наименование показателя	Норма	Метод анализа
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	750...780	ГОСТ 18995.1
Внешний вид	Прозрачная жидкость от бесцветного до светло-желтого цвета	По п.5.3.
Массовая доля активной основы, г брома/ на 100 г продукта, не менее	80	ГОСТ Р ИСО 3839-2009
Содержание механических примесей	Отсутствует	ГОСТ 10577-78
Массовая доля воды %, не более	0,02	ГОСТ 14870
Температура застывания °С, не выше	-30	ГОСТ 20287-91

Сравнительные лабораторные исследования ингибитора ОЛАС-12 с промышленными ингибиторами на примере нефти Южно-Приобского месторождения показали его высокую эффективность по отношению к АСПО асфальтенового типа.

### **Выводы**

Выявлена высокая ингибирующая активность  $\alpha$ -олефинов по отношению к АСПО асфальтенового типа. Установлено, что эффект ингибирования зависит от числа атомов углерода в составе молекул. Сопоставительными исследованиями эффективности опытных образцов и промышленных ингибиторов на примере нефти Приобского месторождения, показано, что ингибиторы на основе тетрадекена-1 и олефинов C<sub>12</sub>-C<sub>14</sub> в определенных концентрациях превосходят

промышленные аналоги и могут быть рекомендованы к промышленному применению.

### Список используемых источников

1. Прозорова И.В., Лоскутова Ю.В., Юдина Н.В. Комплексное воздействие виброструйной магнитной активации и присадок различного типа для удаления асфальтосмолопарафиновых отложений // Нефтяное хозяйство. 2000. № 11. С. 102-104. URL: [https://oil-industry.net/Journal/archive\\_detail.php?art=1100](https://oil-industry.net/Journal/archive_detail.php?art=1100) (дата обращения: 10.11.2020).

2. Мазепа Б.А. Защита нефтепромыслового оборудования от парафиновых отложений. М.: Недра, 1972. 119 с.

3. Персиянцев М.Н. Добыча нефти в осложнённых условиях. М.: Недра-Бизнесцентр, 2000. 653 с.

4. Лялин С.В., Собянин В.Д., Кречетов А.М. Использование твёрдых ингибиторов асфальтосмолопарафиновых отложений // Нефтяное хозяйство. 2001. № 2. С. 77-78. URL: [https://oil-industry.net/Journal/archive\\_detail.php?art=1254](https://oil-industry.net/Journal/archive_detail.php?art=1254) (дата обращения: 11.11.2020).

5. Кудашева Ф.Х., Бадикова А.Д., Мусина А.М., Сафина А.Я. Моющая композиция от органических загрязнителей на основе отходов химического производства // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». 2010. № 1. С. 18. URL: [http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Kudasheva/Kudasheva\\_2.pdf](http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Kudasheva/Kudasheva_2.pdf) (дата обращения: 11.11.2020).

6. Ибрагимов Н.Г. Повышение эффективности добычи нефти на месторождениях Татарстана. М.: Недра, 2005. 315 с.

7. Лутфуллин Р.Р. Обзор методов борьбы с АСПО в скважинах при добыче нефти // Материалы конференции АО «Татнефть» по вопросам борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями при добыче нефти. Альметьевск: 1999. С. 19-22.

8. Минеев Б.П., Болигатова О.В. Два вида парафина, выпадающего на подземном оборудовании скважин в процессе добычи нефти // Нефтепромысловое дело. 2004. № 12. С. 41-43.

9. Оленев Л.М., Гусев В.И., Солодов А.В. Исследование оксиалкилированных алкилфенолов в качестве ингибиторов парафиноотложений // Нефтепромысловое дело. 1983. № 8. С. 15-16.

10. Шаров А.Г., Иванов В.И., Тертерян Р.А., Дешечкин А.П., Бутова Л.И. Применение ингибитора отложений парафина на основе сополимера этилена с винилацетатом // Нефтепромысловое дело. 1981. № 7. С. 21-25.

11. Кулиев А.М., Ашимов М.А., Султанов Б.И. Опытные-промысловые испытания нефтерастворимых диалкилдиамидодитиофосфатов для предотвращения отложений парафина // Нефтепромысловое дело. 1976. № 1. С. 30-31.

12. Лебедев Н.А., Юдина Т.В., Сафаров Р.Р. Разработка реагента комплексного действия на основе фенолформальдегидных смол // Нефтепромысловое дело. 2002. № 4. С. 34-38.

13. Рахматуллина Г.М., Володина Е.Л., Мясоедова Н.В., Зуева Т.А., Шарифутдинова Ф.В., Запеклая Г.Н. Применение реагента комплексного действия СНПХ-7963 на нефтяных месторождениях России // Нефтяное хозяйство. 2000. № 11. С. 36-38. URL: [https://oil-industry.net/Journal/archive\\_detail.php?art=1060](https://oil-industry.net/Journal/archive_detail.php?art=1060) (дата обращения: 12.11.2020).

14. Смолянец Е.Ф., Кузнецов О.Э., Мамлеева Л.А., Телин А.Г., Кузнецов Н.П. Исследование возможности использования отходов нефтехимии и нефтепереработки в качестве ингибиторов парафиноотложения // Нефтепромысловое дело. 1994. № 1. С. 31-33.

15. Рагулин В.А. Влияние попутно добываемой воды на эффективность работы реагентов-ингибиторов парафиноотложения // Нефтепромысловое дело. 1996. № 1. С. 44-45.

16. Рагулин В.В., Смолянец Е.Ф., Михайлов А.Г., Латыпов О.А., Рагулина И.Р. Исследование свойств асфальтосмолопарафиновых отложений и разработка мероприятий по их удалению из нефтепромысловых коллекторов // Нефтепромысловое дело. 2001. № 5. С. 33-36.

## References

1. Prozorova I.V., Loskutova Yu.V., Yudina N.V. Kompleksnoe vozdeistvie vibrostruinoi magnitnoi aktivatsii i prisadok razlichnogo tipa dlya udaleniya asfal'tosmoloparafinykh otlozhenii [Complex Effect of Vibrojet Magnetic Activation and Various Types of Additives to Remove Asphalt-Resin-Paraffin Deposits]. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2000, No. 11, pp. 102-104. Available at: [https://oil-industry.net/Journal/archive\\_detail.php?art=1100](https://oil-industry.net/Journal/archive_detail.php?art=1100) (accessed 10.11.2020). [in Russian].

2. Mazepa B.A. *Zashchita neftepromyslovogo oborudovaniya ot parafinykh otlozhenii* [Protection of Oilfield Equipment from Paraffin Deposits]. Moscow, Nedra Publ., 1972. 119 p. [in Russian].

3. Persiyantsev M.N. *Dobycha nefti v oslozhnennykh usloviyakh* [Oil Production in Difficult Conditions]. Moscow, Nedra-Biznestsentr Publ., 2000. 653 p. [in Russian].

4. Lyalin S.V., Sobyenin V.D., Krechetov A.M. Ispol'zovanie tverdykh inhibitorov asfal'tosmoloparafinykh otlozhenii [Use of Solid Inhibitors of Asphalt-Resin-Paraffin Deposits]. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2001, No. 2, pp. 77-78. Available at: [https://oil-industry.net/Journal/archive\\_detail.php?art=1254](https://oil-industry.net/Journal/archive_detail.php?art=1254) (accessed 11.11.2020). [in Russian].

5. Kudasheva F.Kh., Badikova A.D., Musina A.M., Safina A.Ya. Moyushchaya kompozitsiya ot organicheskikh zagryaznitelei na osnove otkhodov khimicheskogo proizvodstva [The Washing Composition from Organic Join on Base Departure Chemical Production]. *Elektronnyi nauchnyi zhurnal «Neftgazovoe delo» – Electronic Scientific Journal «Oil and Gas Business»*,

2010, No. 1, pp. 18. URL: [http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Kudasheva/Kudasheva\\_2.pdf](http://ogbus.ru/files/ogbus/authors/Kudasheva/Kudasheva_2.pdf) (accessed 11.11.2020). [in Russian].

6. Ibragimov N.G. *Povyshenie effektivnosti dobychi nefiti na mestorozhdeniyakh Tatarstana* [Rise of Efficiency of Oil Extraction in Tatarstan Fields]. Moscow, Nedra Publ., 2005. 315 p. [in Russian].

7. Lutfullin R.R. *Obzor metodov bor'by s ASPO v skvazhinakh pri dobyche nefiti* [Review of Methods for Combating ARPD in Wells during Oil Production]. *Materialy konferentsii AO «Tatneft'» po voprosam bor'by s asfal'tosmoloparafinovymi otlozheniyami pri dobyche nefiti* [Materials of the Conference of JSC TATNEFT on the Issues of Combating Asphalt-Resin-Paraffin Deposits during Oil Production]. Almet'yevsk, 1999, pp. 19-22. [in Russian].

8. Mineev B.P., Boligatova O.V. *Dva vida parafina, vypadayushchego na podzemnom oborudovanii skvazhin v protsesse dobychi nefiti* [Two Types of Paraffin Deposited on Underground Well Equipment During Oil Production]. *Neftepromyslovoe delo – Oilfield Engineering*, 2004, No. 12, pp. 41-43. [in Russian].

9. Olenev L.M., Gusev V.I., Solodov A.V. *Issledovanie oksialkilirovannykh alkilfenolov v kachestve ingibitоров parafinootlozhenii* [Investigation of Oxyalkylated Alkylphenols as Paraffin Wax Inhibitors]. *Neftepromyslovoe delo – Oilfield Engineering*, 1983, No. 8, pp. 15-16. [in Russian].

10. Sharov A.G., Ivanov V.I., Terteryan R.A., Deshechkin A.P., Burova L.I. *Primenenie ingibitora otlozhenii parafina na osnove sopolimera etilena s vinilatsetatom* [Application of a Paraffin Wax Inhibitor Based on Ethylene Vinyl Acetate Copolymer]. *Neftepromyslovoe delo – Oilfield Engineering*, 1981, No. 7, pp. 21-25. [in Russian].

11. Kuliev A.M., Ashimov M.A., Sultanov B.I. *Opytno-promyslovye ispytaniya nefterastvorimyykh dialkildiamidoditiofosfatov dlya predovrashcheniya otlozhenii parafina* [Pilot Field Tests of Oil-Soluble Dialkyldiamidodithiophosphates for the Prevention of Wax Deposits]. *Neftepromyslovoe delo – Oilfield Engineering*, 1976, No. 1, pp. 30-31. [in Russian].

12. Lebedev N.A., Yudina T.V., Safarov R.R. Razrabotka reagenta kompleksnogo deistviya na osnove fenolformal'degidnykh smol [Development of a Complex Action Reagent Based on Phenol-Formaldehyde Resins]. *Neftepromyslovoe delo – Oilfield Engineering*, 2002, No. 4, pp. 34-38. [in Russian].

13. Rakhmatullina G.M., Volodina E.L., Myasoedova N.V., Zueva T.A., Sharifutdinova F.V., Zapeklaya G.N. Primenenie reagenta kompleksnogo deistviya SNPKh-7963 na neftyanykh mestorozhdeniyakh Rossii [Application of Complex Action Reagent SNPKh-7963 in Oil Fields of Russia]. *Neftyanoe khozyaistvo – Oil Industry*, 2000, No. 11, pp. 36-38. Available at: [https://oil-industry.net/Journal/archive\\_detail.php?art=1060](https://oil-industry.net/Journal/archive_detail.php?art=1060) (accessed 12.11.2020). [in Russian].

14. Smolyanets E.F., Kuznetsov O.E., Mamleeva L.A., Telin A.G., Kuznetsov N.P. Issledovanie vozmozhnosti ispol'zovaniya otkhodov neftekhimii i neftepererabotki v kachestve ingibitorov parafinootlozheniya [Investigation of the Possibility of Using Petrochemical and Oil Refining Wastes as Paraffin Deposition Inhibitors]. *Neftepromyslovoe delo – Oilfield Engineering*, 1994, No. 1, pp. 31-33. [in Russian].

15. Ragulin V.A. Vliyanie poputno dobyvaemoi vody na effektivnost' raboty reagentov-ingibitorov parafinootlozheniya [Influence of Produced Water on the Efficiency of Paraffin Deposition Inhibitors]. *Neftepromyslovoe delo – Oilfield Engineering*, 1996, No. 1, pp. 44-45. [in Russian].

16. Ragulin V.V., Smolyanets E.F., Mikhailov A.G., Latypov O.A., Ragulina I.R. Issledovanie svoystv asfal'tosmoloparafinykh otlozhenii i razrabotka meropriyatii po ikh udaleniyu iz neftepromyslovykh kollektorov [Investigation of the Properties of Asphalt-Resin-Paraffin Deposits and the Development of Measures for Their Removal from Oil-Field Reservoirs]. *Neftepromyslovoe delo – Oilfield Engineering*, 2001, No. 5, pp. 33-36. [in Russian].



## Сведения об авторах

### About the authors

Гумеров Рамиль Рустамович, канд. техн. наук, начальник отдела нефтепромысловой химии ООО «Салым Петролеум Сервиз Б.В.», г. Москва, Российская Федерация

Ramil R. Gumerov, Candidate of Engineering Sciences, Head of Oilfield Chemistry Department, Salym Petroleum Service B.V. LLC, Moscow, Russian Federation

e-mail: guram87@gmail.com

Рахимов Марат Наврузович, д-р техн. наук, профессор кафедры «Технология нефти и газа», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Marat N. Rakhimov, Doctor of Engineering Sciences, Professor of Technology of Oil and Gas Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: rmni@mail.ru

Сахибгареев Самат Рифович, аспирант факультета общенаучных дисциплин, УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Samat R. Sakhibgareev, Post-Graduate Student of General Scientific Disciplines Faculty, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: samat.sax2014@yandex.ru