ПРИМЕНЕНИЕ РАСТВОРИТЕЛЯ СОНПАР-5402 ДЛЯ БОРЬБЫ С АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫМИ ОТЛОЖЕНИЯМИ НА УРШАКСКОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

APPLICATION OF SOLVENT SONPAR-5402 AGAINST ASPHALTIC RESINOUS PARAFFINE SEDIMENTS AT URSHAK OIL FIELD

И. И. Мусин

Ilshat I. Musin

Уфимский государственный
нефтяной технический университет,
г. Уфа, Российская Федерация

Ufa State Petroleum
Technological University,
Ufa, Russian Federation

Базовым источником при поиске растворителей являются сведения о составе асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО), которые представляют собой сложную смесь парафиновых углеводородов с преобладающим содержанием асфальтосмолистых веществ, механических примесей и воды в зависимости от геолого-физических условий в пластовой системе и самой природы нефти. Известно, что необходимо использовать ароматические углеводороды и высокомолекулярные соединения для растворения асфальтенов и смол. На Уршакском и других месторождениях Республики Башкортостан прошел испытания растворитель АСПО, состав которого разработан в ЗАО «Опытный завод Нефтехим» АНК «Башнефть» — СОНПАР-5402. Для оценки результативности растворителя СОНПАР-5402 по сравнению с другими растворителями, широко применяемыми на Уршакском месторождении, образцы АСПО были подвергнуты воздействию СОНПАР-5402 и других растворителей: СНПХ-7870, МИА-пром и Нефрас АР-120/200. По количеству занятых первых мест по эффективности растворения АСПО (по величине максимального процента растворения растворителем) на первом месте находится СОНПАР-5402. В течение 2016 года на Уршакском месторождении СОНПАР-5402 использовался в 21 скважине, в том числе в 18 скважинах с штанговыми насосными скважинными установками и 3 скважинах с установками электроцентробежных насосов. Результаты промысловых испытаний растворителя СОНПАР-5402 показали, что эффективность разработанного растворителя в добывающих скважинах Уршакского месторождения высокая и составляет более 80 %, а иногда достигает 100 %.

The basic source for solvents search is the information on asphaltic resinous paraffine sediments (ARPS) composition, which is a complex mixture of paraffin hydrocarbons with a predominant content of asphaltic resinous substances, mechanical impurities and water, depending on the geological and physical conditions in the formation system and the nature of the oil itself. It is known that it is necessary to use aromatic hydrocarbons and high-molecular compounds to dissolve asphaltenes and resins. At Urshak and other fields of the Republic of Bashkortostan, the ARPS solvent SONPAR-5402 was tested, the composition of which was developed at Neftekhim Experimental Plant ZAO, Bashneft ANC. To evaluate the solvent SONPAR-5402 performance compared to other solvents commonly used at Urshak field, ARPS samples were subjected to impact of SONPAR-5402 and other solvents: SNPKh-7870, MIA-prom and Nefras AR-120/200. Comparing the ARPS dissolution efficiency (maximum percentage of solvent dissolution), SONPAR-5402 is in the first place. In 2016

Key words

Уршакское месторождение,
асфальтосмолопарафиновые
отложения (АСПО),
методы борьбы с АСПО,
растворитель АСПО,
эффективность обработки,
СОНПАР-5402

Ключевые слова

Urshak oil field,
asphaltic resinous
paraffine sediments (ARPS),
methods of struggle with ARPS,
ARPS solvent,
efficiency of processing,
SONPAR-5402

at Urshak field SONPAR-5402 was used in 21 wells, including 18 wells with sucker-rod pumping unit and 3 wells with electric centrifugal pump units. The results of solvent SONPAR-5402 field tests showed that the efficiency of the developed solvent in the producing wells of the Urshak field is high and makes more than 80 %, and sometimes reaches 100 %.

Базовым источником при поиске растворителей являются сведения о составе асфальтосмолопарафиновых отложений (АСПО), которые представляют собой сложную смесь парафиновых углеводородов с преобладающим содержанием асфальтосмолистых веществ, механических примесей и воды в зависимости от геолого-физических условий в пластовой системе и самой природы нефти [1].

Известно, что необходимо использовать ароматические углеводороды и высокомолекулярные соединения для растворения асфальтенов и смол [2]. При этом предполагается главным образом воздействие растворителя на сольватный слой из молекул смол. Замена этих молекул на более поверхностно-активные молекулы, например синтетические ПАВ, еще более повышает дисперсность ассоциатов асфальтенов. К тому же, не исключается простое растворение асфальтенов при использовании высокомолекулярных соединений.

В каждом конкретном случае природа и соотношение компонентов в растворителе должны обосновываться в зависимости от соотношения парафинов, асфальтенов и смол в АСПО. Известно множество составов для удаления АСПО, состоящих, как правило, из трех составляющих: алифатических, ароматических углеводородов и поверхностно-активных веществ [3]. Сочетание ароматических и алифатических углеводородов достигается как путем использования определенных фракций углеводородов, так и путем компаундирования. Для введения в состав удалителя АСПО методом компаундирования алифатических углеводородов используют прямогонный бензин, гексановую фракцию, нестабильный бензин, бензин — сырье для пиролиза, ароматических — легкую пиролизную смолу, сольвент нефтяной тяжелой, этилбензолную и бутилбензолную фракции. В ряде случаев в состав удалителей АСПО наряду с ароматическими и алифатическими углеводородами вводят непредельные углеводороды, такие как кубовые остатки от ректификации стирола, пиперилен и изопрен и т. д., также соединения, содержащие гидроксильные, аминные, эфирные и нитрогруппы.

На Уршакском и других месторождениях Республики Башкортостана прошел испытания растворитель АСПО, состав которого разработан в ЗАО «Опытный завод Нефтехим» АНК «Башнефть» — СОНПА-5402 [4]. В качестве сырья для разработки состава растворителя использовались жидкие продукты пиролиза (ТУ 38.40262-144-93), из которых выделялась фракция 70–165 °С путем ректификации. К этой фракции дополнительно добавлялись алифатический спирт и поверхностно-активные вещества. В качестве ПАВ использовались ОП-10, неололы, синтерол АФМ-12. Из группы алифатических спиртов использовались метиловый, изопропиловый, бутиловый, изобутиловый спирты. Из указанных компонентов составили композицию при соотношении, показанном в таблице 1.

Таблица 1. Содержание компонентов, которые использовались для изготовления растворителя СОНПА-5402

Компоненты	Содержание, % мас.
Углеводородная фракция 70–65 °С	99,2–98,8
Поверхностно-активное вещество ОП-10	0,3–0,5
Алифатический спирт	0,5–0,7

Углеводородная фракция 70–165 °С содержит в своем составе 80 % ароматических углеводородов и 20 % алифатических. Последние усиливают растворяющее воздействие на отложения в совокупности с указанными углеводородами. ПАВ диспергирует АСПО, увеличивая доступную поверхность для взаимодействия с растворителем, и обеспечивают невозможность повторного слипания [5].

Лабораторные исследования проводились давно известным весовым методом. Сущность его заключается в том, что в металлическое сито диаметром 0,5 мм помещался 1 г АСПО, которое с растворителем СОНПА-5402 затем опускалось в термостойкий сосуд, последний закрывался крышкой. Образец АСПО извлекался из сосуда по истечении определенного промежутка времени, высушивался в вытяжном шкафу до постоянной массы и взвешивался. Данные об эффективности растворения

АСПО во времени получали, повторяя данный процесс. На рисунке 1 представлены результаты этих исследований.

Видно, что СОНПАР-5402 растворяет большинство отложений с эффективностью до 90 %, но скорость их растворения различна. Так, например, для полного растворения АСПО Уршакского месторождения необходимо около 75 мин. Для полного растворения АСПО других месторождений требуется не менее 120 мин, а за 60–75 мин отложения растворяются только на 50–60 %.

Для оценки результативности растворителя СОНПАР-5402 по сравнению с другими растворителями, преимущественно широко применяемыми на Уршакском месторождении, образцы АСПО были подвергнуты воздействию СОНПАР-5402 и других растворителей: СНПХ-7870, МИА-пром и Нефрас АР-120/200. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Видно, что по количеству занятых первых мест по эффективности растворения АСПО (по величине максимального процента растворения растворителем) на первом месте находится СОНПАР-5402.

Учитывая возможность его производства с использованием местного сырья, дальнейшего совершенствования состава и относительно невысокую стоимость, предпочтительно использование растворителя СОНПАР-5402. Также из таблицы 2 видим равнозначность растворяющей способности и его преимущество по сравнению с растворителями СНПХ-7870, МИА-пром и Нефрас АР-120/200 [6].

Таким образом, результаты анализа лабораторных исследований позволяют рекомендовать на промыслах НГДУ «Ишимбайнефть» растворитель СОНПАР-5402.

Для проведения опытно-промышленных работ было предложено два способа удаления

Рисунок 1. Зависимость эффективности удаления АСПО в скважинах на месторождениях НГДУ «Ишимбайнефть» растворителем СОНПАР-5402 от продолжительности воздействия

Таблица 2. Результаты лабораторных исследований эффективности растворителей на скважинах Уршакского месторождения

Образец АСПО из скважин	Эффективность растворения, %			
	СОНПАР-5402	СНПХ-7870	МИА-пром	Нефрас АР-120/200
149	90	85	80	60
35	90	60	60	40
09	90	85	85	60
89	90	85	80	60
27	90	50	50	40

асфальтосмолопарафиновых отложений из ствола скважины. По первому способу растворитель подается в затрубное пространство работающей скважины, продавливается нефтью до приема глубинного насоса, а затем, в процессе работы насоса, происходит обработка растворителем внутренней поверхности насосно-компрессорных труб (НКТ). Разновидностью этой технологии является продавливание растворителя из затрубного пространства в НКТ до устья скважины, остановка ее на 10–12 ч и запуск в работу с направлением продуктов реакции растворителя и АСПО в выкидную линию. По второму способу растворитель также подается в затрубное пространство и производится запуск скважины в работу по замкнутому циклу (круговая циркуляция). Продолжительность работы скважины в таком режиме определяется производительностью глубинного насоса. Для ШСНУ, например, диаметром 32 мм это время составляет 4–50 ч; для УЭЦН — по 1,0–1,5 ч 3–4 цикла с остановкой на 1,5–2,0 ч для охлаждения погружного электродвигателя. Также можно рекомендовать и другие технологии закачки [7].

Растворитель СОНПАР-5402 закачивался в затрубное пространство добывающей скважины 149, имеющей динамический уровень 857 м, в объеме 3 м³ с последующей круговой циркуляцией добываемой жидкости. Закачка растворителя в скважину в зависи-

мости от динамического уровня жидкости осуществляется двумя вариантами: закачкой насосным агрегатом при высоком динамическом уровне; самотеком из нефтевоза при низком динамическом уровне. Скважину после закачки запускают на циркуляцию переключением соответствующих задвижек. Схема закачки реагента представлена на рисунке 2 [8].

При анализе полученных результатов обработки основное внимание уделялось изменению токовой нагрузки для УЭЦН, нагрузки на головку балансира (по динамограмме) и динамического уровня жидкости в скважине.

В течение 2016 года на Уршакском месторождении СОНПАР-5402 использовался в 21 скважине, в том числе в 18 скважинах с ШСНУ и 3 скважинах с УЭЦН; в них величина межочистного периода (МОП) соответственно составила 265 и 313 сут, средняя по всем скважинам величина — 177 сут. Дополнительная добыча нефти приводится в таблице 3.

Из таблицы 3 видим, что наибольший эффект от растворителя был получен на скважинах 7, 27, 83.

Результаты промысловых испытаний растворителя СОНПАР-5402 показали, что эффективность разработанного растворителя в добывающих скважинах Уршакского месторождения высокая и составляет более 80 %, а иногда достигает 100 %.

Рисунок 2. Схема закачки растворителя СОНПАР-5402 в скважину 149

Таблица 3. Дополнительная добыча нефти от применения растворителя СОНПАР-5402 на Уршакском месторождении

Номер скважины	Дополнительная добыча нефти за месяц, т							Итого
	01.01.16	01.02.16	01.03.16	01.04.16	01.05.16	01.06.16	01.07.16	
8	—	10	59	66	52	28	41	256
12	—	—	38	18	18	6	18	98
15	13	75	24	—	—	—	—	112
27	—	120	125	74	73	110	95	597
1	2	3	4	5	6	7	8	9
33	—	264	13	23	34	50	—	384
34	—	—	52	140	9	—	47	248
37	—	45	30	36	—	—	—	111
40	—	39	201	—	—	—	—	240
47	92	114	59	—	—	—	—	265
83	—	114	140	26	126	120	120	646
89	—	2	4	1	2	7	8	24
72	—	13	—	7	—	—	19	39
13	—	25	69	27	70	53	59	303
7	—	114	74	122	114	99	96	619
16	—	8	20	28	23	29	47	155
21	21	58	98	—	—	—	—	177
149	—	—	81	51	166	48	68	414

Тип АСПО характеризуется количеством асфальтенов (А), смол (С), парафинов (П) и величиной соотношения $\Pi/(A + C)$ [9]. Испытывались 10 модификаций растворителя СОНПАР-5402, полученных путем добавления в него алифатических углеводородов. В таблице 4 приведены результаты исследований на Уршакском месторождении. Также для сравнения представлены данные о растворяющей способности других известных растворителей.

Анализируя состав АСПО семи скважин Уршакского месторождения, можно отметить,

что в них преобладают парафиновые углеводороды. Содержание асфальтенов колеблется в пределах 1,9–4,1 %, смол 4,7–12,8 %, механических примесей 0,08–21,5 %, величина соотношения $\Pi/(A + C)$ находится в пределах 0,4–5,3.

На рисунке 3 показаны эффективность применения растворителя СОНПАР-5402 для удаления АСПО на Уршакском месторождении и зависимость эффективности растворения АСПО от состава отложений.

Таблица 4. Результаты испытаний эффективности растворителя СОНПАР-5402 на образцах АСПО для условий Уршакского месторождения

Номер скважины	$\Pi/(A + C)$	Эффективность удаления АСПО, %		
		СОНПАР-5402	СНПХ-7870	МИА-пром
8	3,3	100	50	40
12	2,9	90	90	60
15	5,3	70	40	30
27	3,3	100	85	75
89	0,4	100	50	40
34	5,0	90	80	70
72	1,6	100	45	40

Рисунок 3. Зависимость эффективности растворения АСПО Уршакского месторождения от состава отложений

Анализируя приведенную диаграмму, можно заметить, что в скважинах 34, 89, 33, 149 эффективность растворения АСПО низкая из-за высокого содержания парафинов в составе отложений. АСПО со скважины 21 характеризуются большим количеством механических примесей, поэтому эффективность растворения также низкая. Наибольшую эффективность при растворении АСПО этих

скважин имеет СОНПАР-5402, т. к. в его составе преобладают алифатические углеводороды, за счет чего повышается проникающая способность. И только в скважинах 8 и 12 эффективность растворения находится на уровне 100 % и 80 % соответственно ввиду низкого содержания асфальтенов, смол, парафинов и мех. примесей в составе АСПО.

Рисунок 4. Зависимость между растворяющей способностью СОНПАР-5402 и содержанием в АСПО асфальтенов

Из рисунка 4 видим, что с уменьшением содержания асфальтенов в АСПО растворяющая способность СОНПАР-5402 увеличивается,

а при содержании асфальтенов более 4 %, растворяющая способность значительно не изменяется и остается на уровне 50 %.

Рисунок 5. Зависимость между растворяющей способностью СОНПАР-5402 и содержанием в АСПО парафинов

Анализируя рисунок 5, можно сделать вывод, что чем меньше в составе АСПО парафинов, тем лучше растворитель СОНПАР-5402 удаляет АСПО.

Следовательно, продолжение исследований позволило обосновать одно из направлений дальнейшего совершенствования разработанного базового растворителя СОНПАР-5402 для АСПО с различными величинами соотношения П/(А + С) и высоким содержанием механических примесей (до 20 %). Другие исследования по совершенствованию соотношения алифатических и ароматических углеводородов, состоящие в изменении состава растворителя в зависимости от состава АСПО, позволили сделать следующий вывод. Так как при преобладании алифатических углеводородов в составе растворителя повышается проникающая способность, то, следовательно, увеличивается и его эффективность [10].

Выводы

В данной работе рассмотрена возможность борьбы с АСПО Уршакского месторождения с использованием растворителя

СОНПАР-5402. В результате проведенной работы можно сделать следующие основные выводы:

1. Растворители марки СОНПАР-5402 высокоэффективны для удаления АСПО. Эти растворители универсальны и имеют лучшую растворяющую способность по сравнению с МИА-пром и СНПХ-7870.

2. Рекомендуется производить обработки растворителем СОНПАР-5402 для очистки глубинно-насосного оборудования, так как его применение обеспечивает:

- высокую селективность и возможность подбора состава растворителя применительно к условиям конкретного месторождения;
- высокую скорость разрушения АСПО (0,5–2,0 ч);
- ликвидацию пробок без подхода бригады капитального ремонта скважин.

3. Проведенные опытно-промышленные испытания растворителя СОНПАР-5402 на Уршакском месторождении показали его высокую эффективность (90–100 %) для удаления АСПО в добывающих нефтяных скважинах.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Денисламов И.З., Гафаров Ш.А., Галимов А.М. Эффективность применения растворителей асфальтосмолопарафиновых отложений на нефтедобывающих скважинах // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2013. Вып. 1 (91). С. 53–61.
2. Габдуллин Р.Ф., Мусин Р.Р., Антипин Ю.В., Ярковская Н.Р., Гильмутдинов Б.Р., Дорофеев С.В. Защита

обсадной колонны и оборудования скважины от коррозии и отложения солей ингибирующими композициями в составе азотсодержащих пен // Нефтяное хозяйство. 2005. № 7. С. 10–105.

3. Малыхин В.И., Тахавтдинов Р.Ш., Якубов М.Р. Совершенствование технологий обработки призабойной зоны и повышения нефтеотдачи для месторождений с высоковязкой нефтью // Нефтяное хозяйство. 2010. № 4. С. 76–77.

4. Иванова И.К., Рыкунов А.А. Изучение процесса растворения асфальтосмолопарафиновых отложений с позиций формальной кинетики // Нефтяное хозяйство. 2010. № 11. С. 108–111.

5. Иванова Л.В., Миллер В.К., Кошелев В.Н. Целе-направленный выбор эффективных удалителей асфальтосмолопарафиновых отложений из высоковязких нефтей Удмуртии // Технологии нефти и газа. 2012. № 6. С. 8–12.

6. Гаджизаде А.Г., Кафарова Г.М., Самедов А.М. Композиционные составы, предотвращающие образование асфальтосмолопарафиновых отложений // Нефте-промысловое дело. 2011. № 5. С. 37–40.

7. Крупин Г.Г. Комплексный подход к удалению АСПО в добывающих скважинах Кыртаельского месторождения // Инженерная практика. 2017. № 3. С. 16–17.

8. Надинова А.Б., Саушин А.З. Применение электромагнитной установки при борьбе с АСПО // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем Каспийского шельфа: матер. VIII Междунар. науч.-практ. конф. 2017. С. 37–41.

9. Ахмедова И.К. Опыт применения ПАВ для борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями (АСПО) // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2017. № 9. С. 34–36.

10. Рочева Е.В. Методы борьбы с осложнениями, связанными с АСПО // Новая наука: От идеи к результату. 2017. № 1–3. С. 40–42.

REFERENCES

1. Denislamov I.Z., Gafarov Sh.A., Galimov A.M. Effektivnost' primeneniya rastvoritelei asfal'tosmoloparafinovyykh otlozhenii na nefte dobyvayushchikh skvazhinakh [The Use of Solvents of Asphalt-Tar-Wax Depositions at Oil Wells]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov — Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2013, Issue 1 (91), pp. 53–61. [in Russian].
2. Gabdullin R.F., Musin R.R., Antipin Yu.V., Yarkeva N.R., Gil'mutdinov B.R., Dorofeev S.V. Zashchita ob-sadnoi kolonny i oborudovaniya skvazhiny ot korrozii i otlozheniya solei ingibiruyushchimi kompozitsiyami v sostave azotsoderzhashchikh pen [Protection of the Casing Strings and Well Equipments from Corrosion and Salt Deposition by Inhibiting Compositions in Nitrogen-Containing Foams]. *Neftyanoe khozyaistvo — Oil Industry*, 2005, No. 7, pp. 102–105. [in Russian].
3. Malykhin V.I., Takhautdinov R.Sh., Yakubov M.R. Sovershenstvovanie tekhnologii obrabotki prizaboynoi zony i povysheniya nefteotdachi dlya mestorozhdenii s vysokov'yazkoi Neft'yu [Bottom-Hole Treatment Improvement and

Increasing Reservoir Recovery For Inefficient Oilfields with Crude Oil]. *Neftyanoe khozyaistvo — Oil Industry*, 2010, No. 4, pp. 76–77. [in Russian].

4. Ivanova I.K., Rykunov A.A. Izuchenie protsessa rastvoreniya asfal'tosmoloparafinovyykh otlozhenii s pozitsii formal'noi kinetiki [The Study of the Dissolution of Asphaltene-Resin-Paraffin Deposits from the Standpoint of Formal Kinetics]. *Neftyanoe khozyaistvo — Oil Industry*, 2010, No. 11, pp. 108–111. [in Russian].

5. Ivanova L.V., Miller V.K., Koshelev V.N. Tsele-napravlennyi vybor effektivnykh udalitelei asfal'tosmoloparafinovyykh otlozhenii iz vysokov'yazkikh neftei Udmurtii [Selection of an Efficient Asphaltene-Resin-Paraffin Deposits Removal Agent in Relation to Udmurtian High-Viscous Crudes]. *Tekhnologii nefi i gaza — Oil and Gas Technologies*, 2012, No. 6, pp. 8–12. [in Russian].

6. Gadzhizade A.G., Gafarova G.M., Samedov A.M. Kompozitsionnye sostavy, predotvrashchayushchie obrazovanie asfal'tosmoloparafinovyykh otlozhenii [Compositional Mixtures Preventing Formation of Asphalt-Resin-Paraffin Sediments]. *Neftpromyslovoye delo — Oilfield Engineering*, 2011, No. 5, pp. 37–40. ISSN 0207-2351. [in Russian].

7. Krupin G.G. Kompleksnyi podkhod k udaleniyu ASPO v dobyvayushchikh skvazhinakh Kyrtael'skogo mestorozhdeniya [Complex Approach to the Removal of Asphalt-Resin-Paraffin Sediments in the Production Wells of the Kyrtaelskoe Deposit]. *Inzhenernaya praktika — Engineering Practice*, 2017, No. 3, pp. 16–17. [in Russian].

8. Nadinova A.B., Saushin A.Z. Primenenie elektromagnitnoi ustanovki pri bor'be s ASPO [Application of an Electromagnetic Device in the Fight Against AFS] *Materialy VIII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii «Noveishie tekhnologii osvoeniya mestorozhdenii uglevodородного syr'ya i obespechenie bezopasnosti ekosistem Kaspiiskogo shel'fa»* [Materials of VIII International Scientific-Practical Conference «Newest Technologies of Development of Hydrocarbon Deposits and Ensuring the Safety of the Caspian Shelf Ecosystems »]. 2017, pp. 37–41. [in Russian].

9. Akhmedova I.K. Opyt primeneniya PAV dlya bor'by s asfal'tosmoloparafinovymi otlozheniyami [Experience of Surface Active Substances (Surfactants) Use to Prevent Occurrence of Asphaltene (Asphaltene-Resin-Paraffin) Sediments]. *Stroitel'stvo neftyanykh i gazovykh skvazhin na sushe i na more — Construction of Oil and Gas Wells on Land and at Sea*, 2017, No. 9, pp. 34–36. ISSN 0130-3872. [in Russian].

10. Rocheva E.V. Metody bor'by s oslozhnenniyami, svyazannymi s ASPO [Methods to Combat Complications Associated with AFS]. *Novaya nauka: Ot idei k rezul'tatu — New Science: From Ideas to Results*, 2017, No. 1–3, pp. 40–42. ISSN 2412-9755. [in Russian].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ ABOUT THE AUTHOR

Мусин Ильшат Ильясович, студент, кафедра «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», УГНТУ, г. Уфа, Российская Федерация

Ilshat I. Musin, Student of Development and Exploitation of Oil and Gas Fields Department, USPTU, Ufa, Russian Federation

e-mail: musin_ilshat@bk.ru