

УДК 622.276.63

DOI: 10.31660/0445-0108-2024-3-125-134

Новые подходы к технологии обработки призабойной зоны без постановки бригады ремонта скважин

А. Б. Юмачиков^{1*}, М. В. Фудашкина^{1, 2}, Е. Н. Мальшаков¹,
М. Н. Вилков¹, И. И. Хакимов³, К. В. Солодовников^{1, 2}

¹Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени, Тюмень, Россия

²Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

³ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» ТПП «Повхнефтегаз», Когалым, Россия

*Anton.Yumachikov@lukoil.com

Аннотация. В работе рассмотрен опыт применения технологии обработки призабойной зоны (ОПЗ) без постановки бригады ремонта скважин, выявлена проблема массовости низкого эффекта мероприятий. Сформированы предложения по усовершенствованию данной технологии, разработаны инструкция по выполнению и реестр дизайнов бесподходных обработок для решения широкого спектра задач при ОПЗ. По результатам подбора скважин-кандидатов и опробования разработанных подходов проведен бенчмаркинг проведения ОПЗ данной технологии на предприятии ООО «ЛУКОЙЛ Западная-Сибирь». Выполненная работа позволила повысить эффективность и экономическую рентабельность бесподходных мероприятий.

Ключевые слова: кислотная обработка, обработка призабойной зоны, глубинно-насосное оборудование, электроцентробежный насос

Для цитирования: Новые подходы к технологии обработки призабойной зоны без постановки бригады ремонта скважин / А. Б. Юмачиков, М. В. Фудашкина, Е. Н. Мальшаков [и др.] – DOI 10.31660/0445-0108-2024-3-125-134 // Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. – 2024. – № 3. – С. 125–134.

New approaches to the technology of acid treatment of the bottomhole zone without setting up of workover

Anton B. Yumachikov¹, Marina V. Fudashkina^{1, 2}, Evgeniy N. Malshakov¹,
Maksim N. Vilkov¹, Ismail I. Khakimov³, Kirill V. Solodovnikov^{1, 2}

¹KogalymNIPIneft Branch of LUKOIL-Engineering LLC in Tyumen, Tyumen, Russia

²Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

³LUKOIL-Western Siberia LLC Povkhneftegaz TPP, Kogalym, Russia

*Anton.Yumachikov@lukoil.com

Abstract. The article considers the experience of applying bottomhole zone treatment technology without setting up of workover, and reveals the problem of a lack of significant effect of the measures. Proposals for the simplification of technology have been formulated, an instruction for implementation and a register of designs of contactless treatments for solving a wide range of tasks related to bottomhole zone treatment has been developed. Following the selection of candidate wells and the testing of the developed approaches, a benchmarking exercise was conducted at

LUKOIL-West Siberia LLC. The work performed led to an increase in the efficiency and economic profitability of contactless treatment.

Keywords: acid treatment, bottomhole treatment, downhole pumping equipment, electrical submersible pump unit

For citation: Yumachikov, A. B., Fudashkina, M. V., Malshakov, E. N., Vilkov, M. N., Khakimov, I. I., & Solodovnikov, K. V. (2024). New approaches to the technology of acid treatment of the bottomhole zone without setting up of workover. Oil and Gas Studies, (3), pp. 125-134. (In Russian). DOI: 10.31660/0445-0108-2024-3-125-134

Введение

В ПАО «ЛУКОЙЛ» применяют широкий спектр методов интенсификации добычи нефти, направленных на уменьшение темпов падения добычи. В качестве эффективной и экономически рентабельной технологии восстановления коллекторских характеристик призабойной зоны пласта (ПЗП) применяется обработка призабойной зоны (ОПЗ) [1–4]. Поиск скважин-кандидатов выполняется на основании утвержденного технологического регламента и по обозначенным в нем критериям подбора скважин-кандидатов с целью выполнения геолого-технологических мероприятий (ГТМ). Относительно высокая эффективность технологии обусловлена системным поиском, испытанием и внедрением новых технологий и составов.

Цель работы — оценка опыта промышленного применения технологии, описание рисков с учетом технико-экономического расчета, поиск решений, позволяющих оптимизировать метод в целом и технологию обработки призабойной зоны без постановки бригады по ремонту скважин, в частности, модернизировать подход, расширяя спектр применимости технологии.

Для решения обозначенной цели был поставлен ряд задач:

- 1) разработка технологической инструкции по выполнению бесподходных мероприятий и критериев подбора скважин-кандидатов;
- 2) анализ результатов;
- 3) оценка технико-экономической эффективности мероприятий;
- 4) создание перечня дизайнов БПОПЗ.

Объект и методы исследования

Объект исследования — добывающие скважины месторождений ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» с выполненными мероприятиями по стимуляции призабойной зоны. В работе использовались эмпирические (эксперимент) и теоретические (анализ) методы исследования.

Для повышения продуктивности призабойной зоны скважин применяются методы стимуляции на стадиях разработки месторождений для восстановления и улучшения фильтрационных свойств призабойной зоны пласта. Рентабельность эксплуатации нефтяных месторождений обуславливается состоянием ПЗП как добывающих, так и нагнетательных скважин. Данная область объекта преимущественно подвергается дифференциальным изменениям из-за дифференциальных трансформаций физико-химического и термобарического характера, вызванных фильтрацией многофазных систем. Эти факторы приводят к снижению проницаемости ПЗП, что негативно отражается на эффективности разработки месторождений. Рассмотрены несколько базовых факторов загрязнения ПЗП (рис. 1).



Рис. 1. Основные причины загрязнения призабойной зоны пласта

Любое воздействие на призабойную зону пласта требует учета особенностей геолого-физических и технико-технологических факторов для предотвращения рисков негативных последствий. Для этих целей используется реестр дизайнов — разновидность технологических подходов для различных условий пласта и скважин.

Бесподходная ОПЗ (БПОПЗ) — способ интенсификации добычи нефти, ориентированный на очистку ПЗП и восстановление продуктивности скважин.

Сущность технологии: при открытых центральной и линейной задвижках, со включенным электроцентробежным насосом (ЭЦН) заблаговременно протравливается внутренняя стенка эксплуатационной колонны закачкой состава в затруб, в установленном объеме. Транспортировка химического состава по окончании промывки в пласт выполняется по затрубному пространству ствола скважины до ПЗП с продавкой в пласт, выдержкой на воздействие и дальнейшим освоением химического продукта электроцентробежным насосом.

Следует отметить, что применение БПОПЗ сопряжено с рядом потенциальных геологических и технологических рисков, которые могут повлиять на эффективность мероприятия.

Поэтому в процессе подготовки к операциям по БПОПЗ авторами исследования подготовлено руководство по проведению ОПЗ без подъема ЭЦН, где проведена классификация требований к скважинам-кандидатам, распределенных по четырем категориям: геолого-промысловые, отражающие техническое состояние скважин, состояние внутрискважинного оборудования и химический состав.

Результаты

Оценка результатов ОПЗ, произведенных без подъема УЭЦН на месторождениях ТПП «Повхнефтегаз», на основании проведенных 144 операций за период 01.01.2020–01.12.2022.

На разрабатываемых лицензионных участках ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» при выполнении обработок призабойной зоны используются солянокислотные, бескислотные, глинокислотные составы, а также физические технологии очистки.

При реализации БПОПЗ использовались солянокислотные составы — Алдинол-20, СКС-2, СКСМ-7, ингибированная соляная кислота и состав Аксис-КС с гидрофобизирующими свойствами. Наибольший процент обработок выполнен составом «Алдинол-20» — 126 ОПЗ (88 %) и гидрофобизирующим составом «Аксис-КС» — 9 ОПЗ (6 %).

Основным составом является «Алдинол-20», при сопоставлении результатов бесподходных и стандартных ОПЗ выявлено, что средний прирост дебита нефти от 2,0 до 2,1 т/сут (рис. 2). Средняя длительность эффекта также почти на одном уровне: по БПОПЗ — 7,7 мес., по стандартным ОПЗ — 7,1 мес.

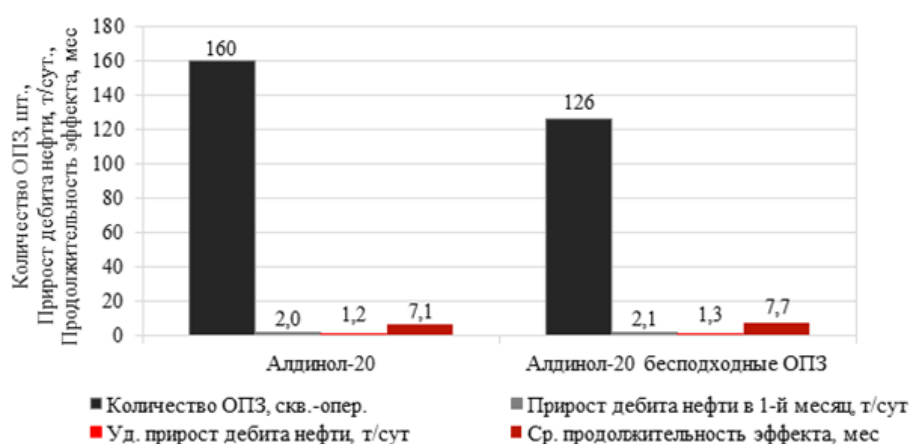


Рис. 2. Оценка результатов бесподходных и стандартных обработок призабойной зоны

Выполнена лабораторная оценка темпов растворения фрагментов эксплуатационной колонны, образцов ГНО составом «Алдинол-20». В результате лабораторных исследований выявлено, что удовлетворительными характеристиками коррозионной агрессивности обладает состав на основе соляной кислоты «Алдинол-20».

В ООО «Когалымский завод химреагентов» выпущен модифицирующий реагент ХПМ для использования в качестве присадки к ингибированной соляной кислоте, целью которого является понижение коррозионной активности, минимизация риска формирования нефилтруемых осадков при реагировании с компонентами нефти, создание нефтекислотных эмульсий. Выполненные исследования показали (рис. 3) отсутствие осадков, совместимость с пластовой водой и пластовым флюидом, стабильность при воздействии железа, а также термостатирование и скорость растворения металла.

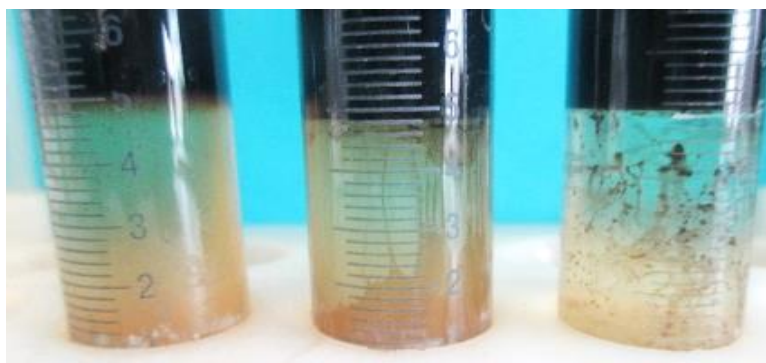


Рис. 3. Тестирование совместимости реагента с пластовой нефтью

В 2022 году проведены опытно-промышленные работы в скважинах с использованием реагента ХПМ, как при стандартном методе ОПЗ, так и при бесподходном методе. Были обработаны 6 скважин, результаты мероприятий позволяют констатировать эффективность и совместимость с пластовыми условиями данного состава.

Технико-экономическая оценка технологии

С целью оценки минимальных окупаемых показателей выполнен расчет экономики при проведении бесподходных мероприятий и ревизии УЭЦН с последующей БПОПЗ для условий объектов предприятия (таблица). Базовые значения установлены по средним показателям фонда с бесподходными мероприятиями. За 1 условную единицу (усл. ед.) принят необходимый рентабельный прирост дебита нефти (Q_n), при стандартной ОПЗ.

Минимальный рентабельный прирост Q_n , по объектам ТПП «Повхнефтегаз»

Месторождение	Объект	Прирост Q_n (БПОПЗ), усл. ед.	Прирост Q_n (смена ГНО + БПОПЗ), усл. ед.
Ватъеганское	1/1	0,1	0,5
	1/2	0,1	0,5
	1/3	0,2	0,8
	1/4	0,2	0,6
	1/5	0,1	0,4
	1/6	0,2	0,6
Восточно-Придорожное	2/1	0,4	1,0
Выинтойское	3/1	0,4	1,0
Повховское	4/1	0,1	0,4
	4/2	0,1	0,5
Южно-Выинтойское	5/1	0,4	0,8
Усть-Котухтинское	6/1	0,1	0,4

По результатам оценки, проделанной в ходе исследования, у базового объекта 4/1 Повховского месторождения минимальный окупаемый прирост дебита нефти после ГТМ — 0,10 усл. ед., что дает возможность расширить реестр кандидатов относительно обработок при бригаде, у которых минимальный регламентированный прирост не менее 1,0 усл. ед.

В процессе исследования рассчитаны средние разовые расходы при реализации бесподходных мероприятий — 0,13 усл. ед., что составляет 13 % от стоимости классических ОПЗ. Экономия посредством выполнения БПОПЗ составила 124,89 усл. ед. за период 01.01.2020–01.12.2022.

Обсуждение

Технология БПОПЗ ограничена рядом критериев, которые значительно сокращают список скважин-кандидатов для ее применения. Для расширения возможностей применения технологии авторами технологии разработан реестр дизайнов бесподходных обработок.

1. Обработка ПЗП после окончания текущего ремонта в скважине, связанного со сменой насосного оборудования. В 2021 году опробована БПОПЗ сразу же после съезда бригады подземного ремонта скважин, выполнявшей работы по смене ГНО, что позволило вовлечь в мероприятия отказные скважины и значительно оптимизировать трудозатраты при ремонте скважин. Технология показала свою эффективность. Средние затраты на одно мероприятие меньше на 45 % по сравнению с традиционными подходами. Запланировано распространение вышеописанного подхода к бесподходным обработкам.

2. Использование бескислотных составов для скважин, характеризующихся высокой степенью обводненности. Значительное количество скважин имеет повышенную обводненность ввиду того, что большая часть активов ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь» эксплуатируется на последних стадиях разработки. Благоприятное воздействие после ОПЗ на уменьшение процента воды для таких скважин оказывают гидрофобизирующие композиции, положительно воздействующие на призабойную зону пласта в терригенных объектах. В ходе заключительных этапов эксплуатации месторождений в ПЗП поступает не только пластовая, но и закачиваемая в систему вода, в ПЗП образовывается область повышенной водонасыщенности, в результате чего на поверхности породы возникает слой связанной воды.

3. Варьирование смачиваемости пласта с гидрофильной на гидрофобную, по сведениям академических работ, изменяет фазовое распределение в поровом пространстве [5]. Нефть, будучи смачивающей фазой, наполняет наиболее малые поры. Вода — несмачиваемая фаза, располагаясь в расширениях порового пространства, фильтруется по более большим поровым каналам. В результате процесса снижается фильтрационная способность нефти, крупные поры заполнены водой, создающей барьер для нефти. Следовательно, для скважин с высокой степенью обводненности рекомендуется комбинирование составов, иными словами, производить обработку ПЗП кислотным составом с дальнейшей закачкой буферной жидкости, освоением ЭЦН и закачкой гидрофобизирующего состава с целью увеличения эффективности мероприятий.

4. Применение отклонителей в комплексе с кислотными композициями для условий скважин с различными диапазонами проницаемостей в разрезе объекта (объектов). В части скважин в пределах перфорированных интервалов существенное различие показателей проницаемостей между пропластками вызывает преждевременное обводнение высокопроницаемых пропластков, пропластки с меньшей проницаемостью сохраняют значительную часть остаточных объемов нефти. При выполнении обработок на скважинах с разнопроницаемыми пропластками обычно основным интервалом ОПЗ становятся пропластки с наибольшей проницаемостью, в этом случае на пропластки с меньшей проницаемостью воздействие выполняется в недостаточном объеме ввиду фильтрационно-емкостных свойств (рис. 4). В ряде месторождений России и США скважины перед кислотной обработкой предварительно обрабатывали полимерными составами [5, 6]. В части месторождений для аналогичных задач используют гелирующие составы [7]. Описанный подход дает возможность в достаточной мере воздействовать на низкопроницаемые, с высокой долей остаточных запасов пропластки [8]. Кроме того, бесподходные мероприятия также можно реализовывать с использованием отклонителя.

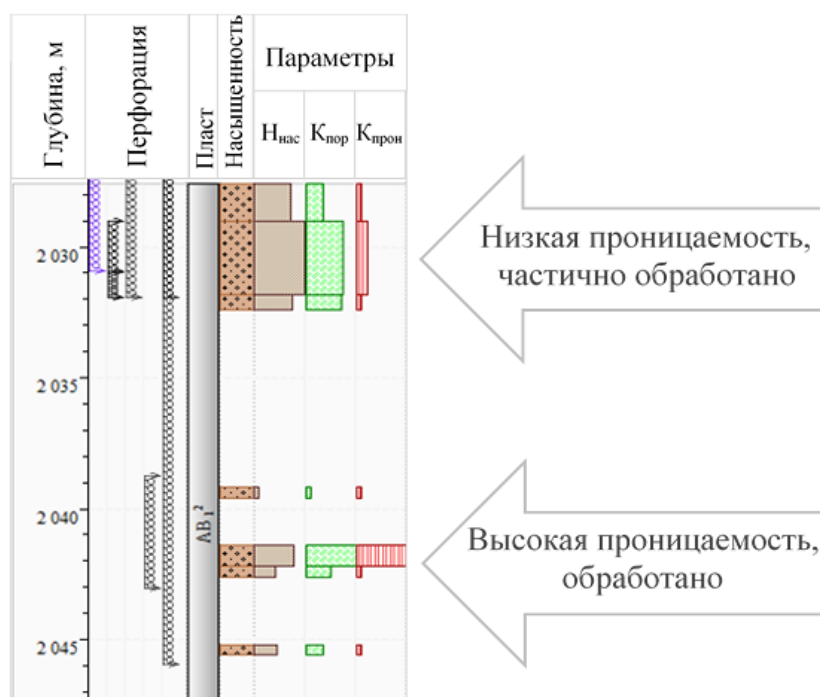


Рис. 4. Пример разреза скважины с разнопроницаемыми пропластками

Выводы

1. Технология БПОПЗ показала высокую технико-экономическую эффективность и запланирована в дальнейшем к распространению на месторождения ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Сибирь».

2. Разработана и прошла испытания на скважинах модифицированная добавка ХПМ к соляной кислоте, данный реагент позволяет снизить коррозионную агрессивность и риск образования нефтекислотных эмульсий, нефилтруемых осадков.

3. На базовом объекте бесподходных обработок 4/1 Повховского месторождения минимальный окупаемый прирост дебита нефти равен 0,1 усл.ед. Существенная оптимизация расходов предоставила возможность увеличить реестр скважин-кандидатов для выполнения ОПЗ.

4. Применение технологии ОПЗ без постановки бригады существенно уменьшило расходы на выполнение ОПЗ, без затрат на подготовительно-заключительные работы. Оптимизация расходов при реализации 144 БПОПЗ составила 124,89 усл.ед.

5. С целью расширения возможностей разработаны дизайны и запланировано проведение бесподходных ОПЗ с комбинированием составов, а также выполнение мероприятий с использованием отклонителя.

Список источников

1. Stimulation of calcite-rich shales using nanoparticle-microencapsulated acids / R. Singh, S. Tong, K. Panthi, K. Mohanty. – DOI 10.2118/195695-PA. – Direct text // SPE Journal. – 2019. – Vol. 24, Issue 06. – P. 2671–2680.

2. Influence of Transport Conditions on Optimal Injection Rate for Acid Jetting in Carbonate Reservoirs / D. Ridner, T. Frick, D. Zhu [et al]. – DOI 10.2118/189546-MS. – Direct text // SPE Production & Operations. – 2020. – Vol. 35, Issue 01. – P. 137–146.

3. A New Cationic Polymer System That Improves Acid Diversion in Heterogeneous Carbonate Reservoirs / A. Sarmah, A. F. Ibrahim, H. Nasr-El-Din, J. Jackson. – DOI 10.2118/194647-PA. – Direct text // SPE Journal. – 2020. – Vol. 25, Issue 05. – P. 2281–2295.

4. Moid, F. Acid Stimulation Improvement with the use of New Particulate Base Diverter to Improve Zonal Coverage in HPHT Carbonate Reservoirs / F. Moid, R. Rodoplu, M. N. Abdulrahman, R. Kayumov. – Text : electronic // International Petroleum Technology Conference, 13-15 January, Dhahran, Kingdom of Saudi Arabia. – 2020. – URL: <https://doi.org/10.2523/IPTC-20154-ABSTRACT>.

5. Алексеев, А. Разработка карбонатных коллекторов в «Газпром нефти» / А. Алексеев. – Текст : электронный // Сибирская нефть. – 2017. – №1/138. – URL: <https://www.gazprom-neft.ru/files/journal/SN138.pdf>.

6. Способ разработки контактных зон на примере Туймазинского нефтяного месторождения / Р. Ф. Якупов, В. Ш. Мухаметшин, Ю. В. Зейгман [и др.]. – DOI 10.24887/0028-2448-2017-10-36-40. – Текст : непосредственный // Нефтяное хозяйство. – 2017. – № 10. – С. 36–40.

7. Мокрушин, А. А. Повышение эффективности кислотных обработок в условиях поздней стадии разработки месторождений с карбонатным коллектором (самоотклоняющаяся кислота, большеобъемные обработки призабойной зоны пласта с применением гелей на основе ПАВ) / А. А. Мокрушин, А. И. Шипилов. – Текст : непосредственный // Нефть. Газ. Новации. – 2010. – № 7. – С. 43–45.

8. Turner, B. O. Polymer Gel Water-Shutoff Applications Combined With Stimulation Increase Oil Production and Life of Wells in the Monterey Formation Offshore California / B. O. Turner, R. L. Zahner. – Text : electronic // SPE Western Regional Meeting, San Jose, California. – 2009. – URL: <https://doi.org/10.2118/121194-MS>.

References

1. Singh, R., Tong, S., Panthi, K., & Mohanty, K. (2019). Stimulation of Calcite-Rich Shales Using Nanoparticle-Microencapsulated Acids. *SPE Journal*, 24(06), pp. 2671-2680. (In English). DOI: 10.2118/195695-PA
2. Ridner, D., Frick, T., Zhu, D., Hill, A. D., Angeles, R., Vishnumolakala, N., & Shuchart, C. (2020). Influence of Transport Conditions on Optimal Injection Rate for Acid Jetting in Carbonate Reservoirs. *SPE Production & Operations*, 35(01), pp. 137-146. (In English). DOI: 10.2118/189546-MS
3. Sarmah, A., Ibrahim, A. F., Nasr-El-Din, H., & Jackson, J. (2020). A New Cationic Polymer System That Improves Acid Diversion in Heterogeneous Carbonate Reservoirs. *SPE Journal*, 25(05), pp. 2281-2295. (In English). DOI: 10.2118/194647-PA
4. Moid, F., Rodoplu, R., Abdulrahman, M. N., & Kayumov, R. (2020). Acid Stimulation Improvement with the use of New Particulate Base Diverter to Improve Zonal Coverage in HPHT Carbonate Reservoirs. *International Petroleum Technology Conference*. January, 13-15, Dhahran, Kingdom of Saudi Arabia, 2020. (In English). Available at: <https://doi.org/10.2523/IPTC-20154-ABSTRACT>
5. Alekseev, A. (2017). *Razrabotka karbonatnykh kollektorov v "Gazprom nefti". Sibirskaya neft'*, (1/138). (In Russian). Available at: <https://www.gazprom-neft.ru/files/journal/SN138.pdf>
6. Yakupov, R. F., Mukhametshin, V. S., Zeigman, Y. V., Chervyakova, A. N., & Valeev, M. D. (2017). Metamorphic aureole development technique in terms of Tuymazinskoye oil field. *Oil Industry*, (10), pp. 36-40. (In Russian). DOI: 10.24887/0028-2448-2017-10-36-40
7. Mokrushin, A. A., & Shipilov, A. I. (2010). Povyshenie effektivnosti kislotnykh obrabotok v usloviyakh pozdney stadii razrabotki mestorozhdeniy s karbonatnym kollektorom (samootklonyayushchayasya kislota, bol'sheob'emnye obrabotki prizaboynoy zony plasta s primeneniem geley na osnove PAV). *Neft'. Gaz. Novacii*, (7), pp. 43-45. (In Russian).
8. Turner, B. O., & Zahner, R. L. (2009). Polymer Gel Water-Shutoff Applications Combined With Stimulation Increase Oil Production and Life of Wells in the Monterey Formation Offshore California. *SPE Western Regional Meeting*, San Jose, California. (In English). Available at: <https://doi.org/10.2118/121194-MS>

Сведения об авторах / Information about the authors

Юмачиков Антон Баритович, инженер 1-й категории управления планирования и мониторинга методов повышения нефтеотдачи пластов месторождений Западно-Сибирского региона, филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени, Anton.Yumachikov@lukoil.com

Фудашкина Марина Викторовна, инженер 1-й категории управления планирования и мониторинга методов повышения нефтеотдачи пластов месторождений Западно-Сибирского региона, филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени; Тюменский индустриальный университет, г. Тюмень

Anton B. Yumachikov, Engineer of the 1st category of the Department for Planning and Monitoring of Enhanced Oil Recovery Methods at Fields in the West Siberian Region, KogalymNIPIneft Branch of LUKOIL-Engineering LLC in Tyumen, Anton.Yumachikov@lukoil.com

Marina V. Fudashkina, Engineer of the 1st category of the Department for Planning and Monitoring of Enhanced Oil Recovery Methods at Fields in the West Siberian Region, KogalymNIPIneft Branch of LUKOIL-Engineering LLC in Tyumen; Industrial University of Tyumen

Мальшаков Евгений Николаевич,
начальник управления планирования и
мониторинга методов повышения
нефтеотдачи пластов месторождений
Западно-Сибирского региона, филиал
ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени

Вилков Максим Николаевич,
старший менеджер управления плани-
рования и мониторинга методов повы-
шения нефтеотдачи пластов место-
рождений Западно-Сибирского региона,
филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг»
«КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени

Хакимов Исмаил Исаевич,
начальник отдела повышения нефтеот-
дачи пластов и интенсификации добычи
нефти, ООО «ЛУКОЙЛ-Западная Си-
бирь» ТПП «Повхнефтегаз», г. Когалым

Солодовников Кирилл Витальевич,
инженер управления планирования и
мониторинга методов повышения
нефтеотдачи пластов месторождений
Западно-Сибирского региона, филиал
ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть» в г. Тюмени; Тюмен-
ский индустриальный университет,
г. Тюмень

Evgeniy N. Malshakov, Head of
the Department for Planning and Monitor-
ing of Enhanced Oil Recovery Methods at
Fields in the West Siberian Region,
KogalymNIPIneft Branch of LUKOIL-
Engineering LLC in Tyumen

Maksim N. Vilkov, Senior
Manager of the Department for Planning
and Monitoring of Enhanced Oil Recovery
Methods at Fields in the West Siberian
Region, KogalymNIPIneft Branch of
LUKOIL-Engineering LLC in Tyumen

Ismail I. Khakimov, Head of the
Department of Oil Recovery Enhancement
and Oil Production Intensification,
LUKOIL-Western Siberia LLC Povkh-
neftegaz TPP, Kogalym

Kirill V. Solodovnikov, Engineer of
the Department for Planning and Monitor-
ing of Enhanced Oil Recovery Methods at
Fields in the West Siberian Region,
KogalymNIPIneft Branch of LUKOIL-
Engineering LLC in Tyumen; Industrial
University of Tyumen

Статья поступила в редакцию 05.04.2024; одобрена после рецензирования 23.05.2024; принята к публикации 27.05.2024.

The article was submitted 05.04.2024; approved after reviewing 23.05.2024; accepted for publication 27.05.2024.