

Добыча полезных ископаемых

DOI: 10.34828/UdSU.2024.47.75.010

УДК 622.276.8

Т.Н. Корепанова, С.Ю. Борхович, С.Б. Колесова

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРА ДВИЖЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ РЕАГЕНТОВ В ЗАТРУБНОМ ПРОСТРАНСТВЕ СКВАЖИНЫ

Аннотация. Ненадёжное функционирование глубинно-насосного оборудования является распространённой проблемой на производстве нефтегазовой отрасли, которая представляет опасность для работников, а также приводит к значительным потерям и недополучению ценных природных ресурсов. Причинами отказа оборудования являются такие факторы, как коррозия, эмульсия, механические примеси, отложения солей, асфальтенов, смол, парафинов. Важными областями проблемы являются низкая эффективность защиты скважин, отсутствие достаточных представлений о характере движения химических реагентов в скважине, сложность дозирования и потери реагентов из-за различных факторов, таких как геометрия скважин, качество поверхности, восходящий поток газа и температура. В статье представлены результаты лабораторных исследований, демонстрирующие влияние различных факторов на распределение химических реагентов в скважинах, что подчеркивает важность глубокого изучения данной проблемы для обеспечения безопасности и эффективности добычи в нефтегазовой отрасли, а также подчеркивающие необходимость исследования характера движения реагентов в затрубном пространстве скважины и более подробного определения длительности достижения реагентов зоны полезного действия.

Ключевые слова: нефтедобыча, отказность, защита оборудования, химические реагенты, эффективность, осложняющие факторы.

Для цитирования: Корепанова Т.Н., Борхович С.Ю., Колесова С.Б. Исследование характера движения химических реагентов в затрубном пространстве скважины // Управление техносферой: электрон. журнал, 2024. Т.7. Вып.1. URL:<https://technosphere-ing.ru> С. 125–134. DOI: 10.34828/UdSU.2024.47.75.010.

Актуальность

Обеспечение эффективной, безотказной работы глубинно-насосного оборудования является одним из ключевых аспектов нефтегазовой отрасли, так как позволяет добиться безопасности, эффективности добычи, экономической целесообразности, сохранения ресурсов. Ненадежное функционирование ГНО

предоставляет опасность для работников на кустовых площадках. Ремонт и отбраковка зачастую дорогостоящие и длительные процессы, а даже недлительные простои скважин или их неисправности приводят к большим потерям и недополучению ценных природных ресурсов. Практический опыт указывает, что основными факторами отказа оборудования являются осложняющие факторы, такие как коррозия, отложения солей, АСПО, эмульсия, механические примеси [3]. Существует ряд методов борьбы с данными осложнениями. К примеру, ингибиторная защита: постоянная, периодическая закачки, погружные скважинные контейнеры, капиллярные трубки для подачи реагентов и т.д [2]. Однако, до настоящего времени не было определено, как и в каком количестве химический реагент достигает зоны полезного действия – насоса, при различных методах дозирования.

Несмотря на существенный защищаемый фонд и направленные на предотвращение осложнений мероприятия, отказность оборудования нефтегазодобывающих обществ продолжается. Согласно данным, для УЭЦН и УШГН на малодебитных скважинах наиболее низкая эффективность защиты и средняя наработка на отказ, по данным 2022г.). [1]. Основные области проблематики таковы:

1. Низкая эффективность защиты скважин химическими технологиями на малодебитном фонде [4];
2. Сложность дозирования и регулирования необходимого количества химического реагента при маленьких расходах;
3. Длительность прохождения химического реагента от дозаторной установки до приема насоса;
4. Потеря реагента на растекание по эксплуатационной колонне;
5. Низкая наработка оборудования вследствие неэффективного применения химических реагентов;

6. Отсутствие понимания того, как и в каком количестве химический реагент доходит до зоны эффективного действия (насоса).

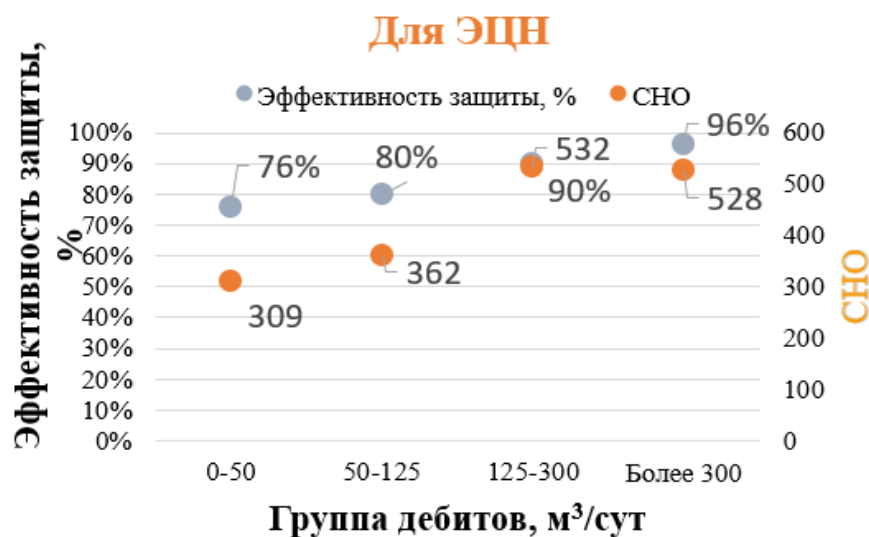


Рис. 1. Эффективность защиты осложненного фонда от коррозии на ЭЦН

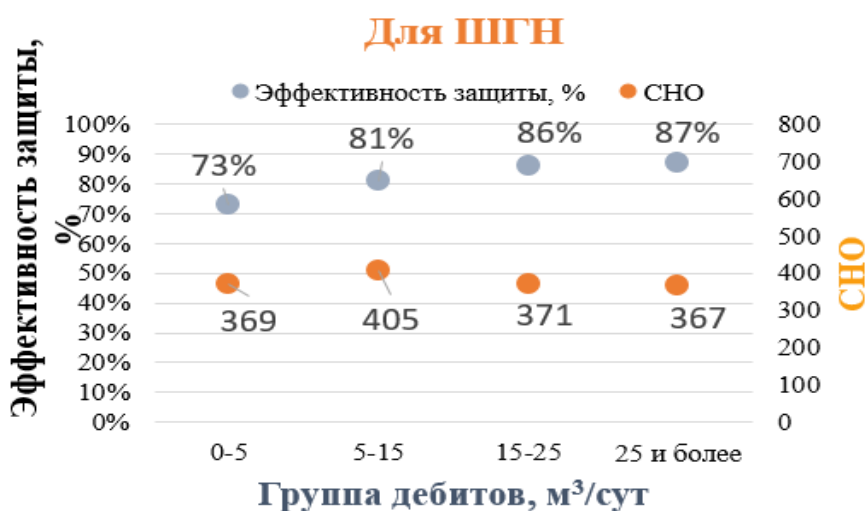


Рис. 2. Эффективность защиты осложненного фонда от коррозии на ШГН

С целью подробного изучения характера движения химического реагента в затрубном пространстве малодебитной скважины при постоянной ингибиторной закачке были проведены лабораторные испытания на стенде, приближенно моделирующем скважинные условия.

Результаты исследований

Для скважины с эксплуатационной колонной 146 мм и динамическим уровнем, к примеру, 1000 м площадь поверхности затрубного пространства от устья составляет 408 м².

Средний расход ингибиторов коррозии, солеотложений в товарной форме на малодобитном фонде, с дебитом менее 50 м³/сут. при закачке химического реагента через скважинную установку дозирования реагента составляет 0,45 л/сут. Аналогичные химические реагенты при периодической закачке с межочистным периодом в 15 суток закачиваются в объеме 6,7 л.

При проведении испытаний было выявлено влияние технологических/технических факторов на истечение химических реагентов по стволу скважины:

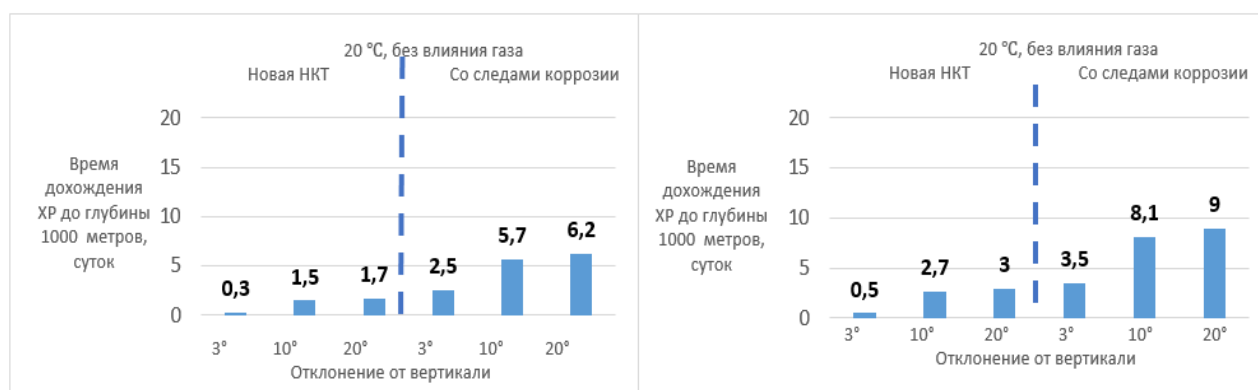
- геометрия скважины (угол наклона);
- восходящий поток газа, который препятствует спуску химического реагента;
- повышенная температура в скважине – испарение компонентов химических реагентов;
- влияние качества поверхности эксплуатационной колонны (при воздействии коррозионных процессов поверхность рыхлая, с множеством язв).

Для проведения лабораторных исследований взяты две трубы диаметром 73 мм и толщиной 5,5 мм, имитирующей эксплуатационную колонну (первая труба – новая, вторая труба – образец с наработкой 260 сут. в условиях влияния коррозионной агрессивности). По внутренней части трубы проводили дозирование химического реагента. Химический реагент из небольшой емкости, под действием силы тяжести, поступает по трубке на внутреннюю стенку НКТ и истекает до нижней части установки, где собирается в измерительную емкость.

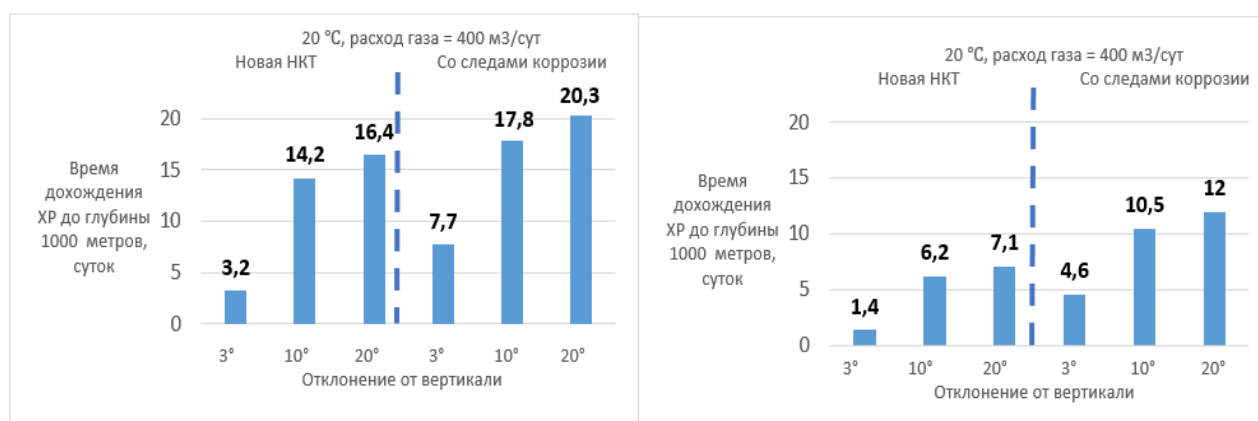
Таблица

Задаваемые параметры при выполнении экспериментов

Задаваемые параметры при выполнении экспериментов	Значение
Суточный расход реагента	1 и 3 л/сут
Отклонение от вертикали (инклинометрия скважины)	2°, 10° и 20°
Поверхность труб	2 трубы: - новая (гладкая поверхность) - б/у со следами коррозии
Скорость восходящего потока воздуха	0 и 1,5 м/сек
Температура	20°C, 80°C
Вид химического реагента	2 марки ингибитора коррозии



а)



б)

Рис. 3. Полученные результаты при температуре 20 °C и расходе химического реагента 1 л/сут (а) и 3 л/сут (б)

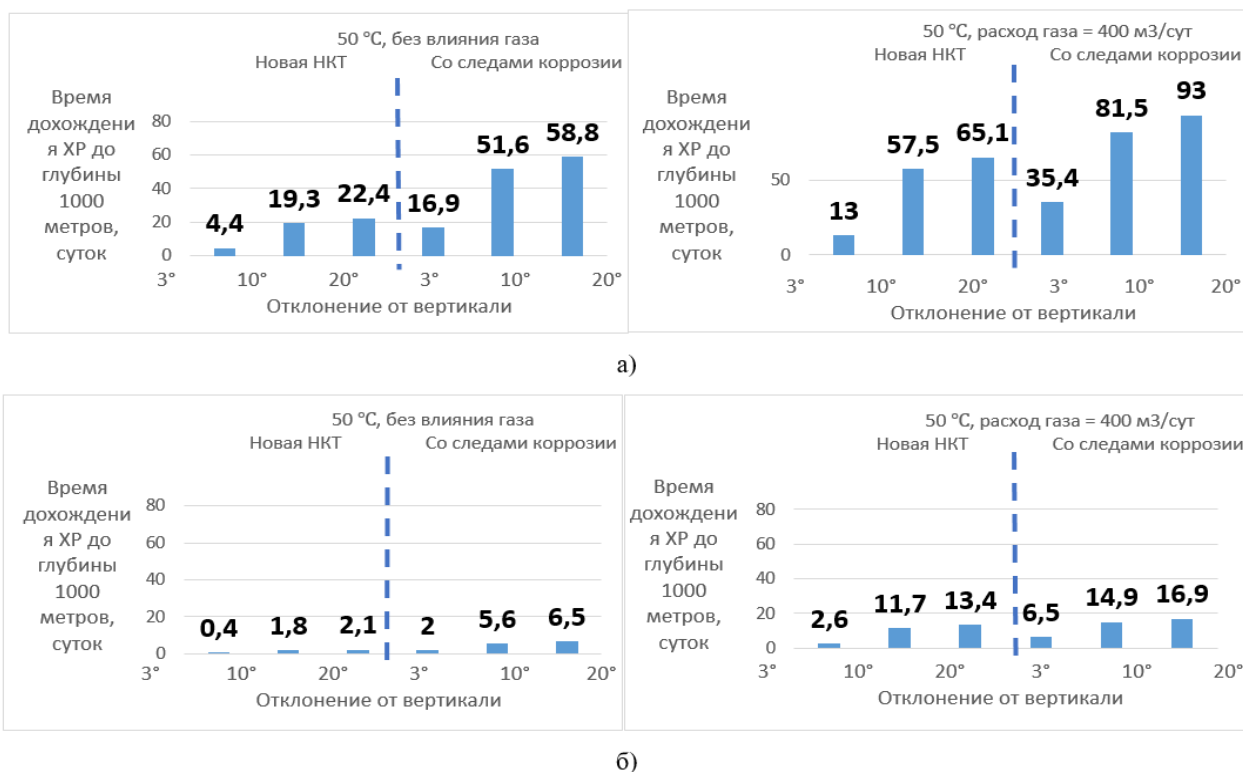


Рис. 4. Полученные результаты, часть 1 при температуре 50 °C и расходе химического реагента 1 л/сут (а) и 3 л/сут (б)

Заключение

При проведении экспериментов выявлено:

1) На новой трубе при температуре 20 °C, расходе 1 л/сут, без влияния восходящего потока газа и для угла наклона 10° – ИК «сползает» до глубины 1000м за 2,7 суток (примем это значение за нормальное, все последующие значения будут сравниваться с этим значением); при аналогичных условиях на трубе со следами коррозии – 8,1 сутки. За счет изменения свойств шероховатости поверхности и изменении смачиваемости происходит увеличение длительности дохождения ХР до зоны полезного действия минимум в 3 раза, и это при условии, что используемая насосно-компрессорная труба (далее – НКТ) со следами коррозии не самого плохого качества.

2) Угол наклона трубы также значительно влияет на результат, время «сползания» реагента при наклоне в 20° от вертикали в 6 раз выше в сравнении

с 2° и составляет 9 суток на трубе со следами коррозии при 20°С и расходом 1 л/сут.;

3) Восходящий поток воздуха (на примере скважин с расходом газа через затрубное пространство выше 1000 м³/сут.) увеличивает время «сползания» реагента до 3-5 раз в зависимости от расхода ХР и угла наклона.

4) При тестировании ИК двух марок выяснилось, что при температуре 50°С происходит испарение компонентов ХР, на выходе остается загущенная жидкость, практически не способная стекать даже по стеклу. Время стекания такого реагента до глубины 1000 метров исчисляется в неделях, в некоторых случаях даже в месяцах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осложнения в нефтедобыче / Н.Г. Ибрагимов [и др.] / Под ред. Н.Г. Ибрагимова, Е.И. Ишемгужина. Уфа: ООО «Издательство научно-технической литературы «Монография», 2003. 302 с.
2. Волгин В.А., Михайлов А.Г., Дьяченко О.И. Особенности методического подхода к оценке эффективности работы фонда скважин и повышения его рентабельности // Территория нефтегаз. 2010. №11. С. 62–69.
3. Галикеев И.А., Насыров В.А., Насыров А.М. Эксплуатация месторождений нефти в осложненных условиях. М.: Инфра-Инженерия, 2019. 356 с.
4. Эксплуатация механизированного фонда скважин в осложненных условиях / А. В. Серебренников, В.В. Фролов, П.А. Петрикевич, О.В. Тороп //Neftegaz.RU. №7. 2017. URL: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/dobycha/> (дата обращения: 12.02.2024).

Поступила в редакцию: 07.03.2024

Сведения об авторах*Корепанова Татьяна Николаевна*

Магистрант, Институт нефти и газа им. М.С. Гущериева, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет», 426034, ул. Университетская, 1, г. Ижевск, Россия.

E-mail: tcorepanova@yandex.ru

Борхович Сергей Юрьевич

К.т.н., доцент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Удмуртский государственный университет», 426034, ул. Университетская, 1, г. Ижевск, Россия.

E-mail: syborhovich@yandex.ru

Колесова Светлана Борисовна

К.э.н., доцент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, Институт нефти и газа им. М.С. Гущериева, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 426034, ул. Университетская, 1, г. Ижевск, Россия.

E-mail: sbkolesova@udsu.ru

T.N. Korepanova, S.Yu. Borkhovich, S.B. Kolesova

THE STUDYING OF THE MOVEMENT'S CHARACTER OF CHEMICAL REAGENTS IN THE ANNUAL SPACE OF THE WELL

Annotation. Unreliable operation of downhole pumping equipment is a widespread problem in the oil and gas industry, which is dangerous to workers and results in significant losses and shortages of valuable natural resources. Causes of equipment failure include factors such as corrosion, emulsion, mechanical impurities, salt deposits, asphaltenes, resins, and paraffins. Important areas of the problem are low efficiency of well protection, lack of sufficient understanding of the nature of chemical movement in the well, difficulty in dosing and loss of chemicals due to various factors such as well geometry, surface quality, upward gas flow and temperature. The article presents the results of laboratory studies demonstrating the influence of various factors on the distribution of chemicals in wells, which emphasises the importance of in-depth study of this problem to ensure the safety and efficiency of production in the oil and gas industry, as well as highlighting the need to investigate the nature of the movement of chemicals in the borehole space and more detailed determination of the duration of time for chemicals to reach the zone of useful action.

Keywords: oil production, failure, equipment protection, chemical reagents, efficiency, complicating factors.

For citation: Korepanova T.N., Borkhovich S.Yu., Kolesova S.B. [The studying of the movement's character of chemical reagents in the annual space of the well] *Upravlenie tekhnosferoi*, 2024, vol. 7, issue 1. (In Russ.). Available at: <https://technosphere-ing.ru/> pp. 125–134. DOI: 10.34828/UdSU.2024.47.75.010.

REFERENCES

1. Ibragimov N. G. [i dr.] *Oslozhneniya v neftedobyche* [Complications in oil production]. In Ibragimova N.G., Ishemguzhina E.I. (eds.). Ufa: ООО «Izdatel'stvo nauchno-tekhnicheskoi literatury «Monografiya», 2003, 302 p. (In Russ.).
2. Volgin V.A., Mikhailov A.G., D'yachenko O.I. *Osobennosti metodicheskogo podkhoda k otsenke effektivnosti raboty fonda skvazhin i povysheniya ego rentabel'nosti* [Features of a methodological approach to assessing the efficiency of the well stock and increasing its profitability]. *Territoriya neftegaz* [Territory Neftegaz]. 2010, no. 11, pp. 62–69. (In Russ.).
3. Galikeev I.A., Nasyrov V.A., Nasyrov A.M. *Ekspluatatsiya mestorozhdenii nefiti v oslozhnennykh usloviyakh* [Exploitation of oil fields in difficult conditions]. Moscow: Infra-Inzheneriya, 2019, 356 p. (In Russ.).
4. Serebrennikov A.V., Frolov V.V., Petrikevich P.A., Torop O.V. *Ekspluatatsiya mekhanizirovannogo fonda skvazhin v oslozhnennykh usloviyakh* [Operation of mechanized

well stock in difficult conditions]. *Neftegaz.RU*. 2017, no.7. Available at: <https://magazine.neftegaz.ru/articles/dobycha/> (Accessed: 02.12.2024). (In Russ.).

Received 07.03.2024

About the Authors

Korepanova Tatyana Nikolaevna

Master's student, Institute of Oil and Gas named after M.S. Gutseriev, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Udmurt State University", 426034, University st., 1, Izhevsk, Russia.

E-mail: tcorepanova@yandex.ru

Borkhovich Sergey Yuryevich

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Udmurt State University", 426034, University st., 1, Izhevsk, Russia.

E-mail: syborhovich@yandex.ru

Kolesova Svetlana Borisovna

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Udmurt State University", 426034, University st., 1, Izhevsk, Russia.

E-mail: sbkolesova@udsu.ru