

Научная статья  
УДК 622.276.04  
<https://doi.org/10.24143/1812-9498-2024-2-37-41>  
EDN NFAQTY

## **Опыт применения технологий по ликвидации межколонных давлений в добывающих скважинах месторождений Северного Каспия<sup>5</sup>**

**Жанна Ибрагимовна Нурмакова, Елена Валерьевна Егорова, Татьяна Сергеевна Силкина**✉

*Астраханский государственный технический университет,  
Астрахань, Россия, [silkina\\_2002@mail.ru](mailto:silkina_2002@mail.ru)*

---

**Аннотация.** Разработка шельфовых месторождений Северного Каспия – это редкий и неповторимый проект для Российской Федерации. Месторождение имени Ю. Корчагина является первым проектом разработки шельфовых месторождений углеводородов в Российской Федерации. В процессе разработки, эксплуатации, добычи, транспорта углеводородного сырья с месторождения были выявлены некоторые проблемы, такие как преждевременный прорыв воды, прорыв газа, наличие газовой шапки, не совсем подходящий тип заканчивания, невыполнение плановых показателей и требований, которое может привести к недостижению нужного коэффициента извлечения нефти. Для компании ПАО «Лукойл» необходимо проводить более тщательный анализ, выявлять причины для решения проблем, а также принимать решения по ликвидации. Одной из основных проблем строительства скважин на месторождениях Северного Каспия является обеспечение качества цементирования обсадных колонн, особенно в зонах аномально высокого пластового давления. Увеличение глубин бурения, усложнение геологических условий затрудняют решение этой задачи. Особое место в данном вопросе занимает проблема появления межколонных давлений. Первоочередной технологической задачей и проблемой ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» является поиск новых технологий и химических составов для успешного проведения ликвидационных работ межколонных давлений в скважинах и реализация таковых в кратчайшие сроки. Силами подрядной организации были реализованы два действенных метода решения этой проблемы. В статье рассмотрены методы снижения межколонного давления и результативность применения их на месторождении Северного Каспия, а также планируемые и проводимые мероприятия по минимизации риска возникновения межколонных перетоков в процессе строительства скважин.

**Ключевые слова:** межколонное давление, шельфовые месторождения, ликвидационные работы, добыча нефти и газа, разработка месторождений

**Для цитирования:** Нурмакова Ж. И., Егорова Е. В., Силкина Т. С. Опыт применения технологий по ликвидации межколонных давлений в добывающих скважинах месторождений Северного Каспия // Нефтегазовые технологии и экологическая безопасность. 2024. № 2. С. 37–41. <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2024-2-37-41>. EDN NFAQTY.

Original article

## **Experience in the application of technologies for the inter-column pressures elimination in producing wells of the North Caspian fields**

**Janna I. Nurmakova, Elena V. Egorova, Tatyana S. Silkina**✉

*Astrakhan State Technical University,  
Astrakhan, Russia, [silkina\\_2002@mail.ru](mailto:silkina_2002@mail.ru)*

---

**Abstract.** The development of offshore fields in the Northern Caspian Sea is a rare and unique project for the Russian Federation. The Yu. Korchagin field is the first offshore hydrocarbon development project in the Russian Federation. During the development, operation, production, and transportation of carbon-hydrogen raw materials from the field, some problems were identified, such as premature water breakthrough, gas breakthrough, the presence of a gas cap, an inappropriate type of completion, failure to meet targets and requirements, which may lead to the failure to achieve the desired oil recovery coefficient. For PJSC Lukoil, it is necessary to conduct a more thorough analysis, identify the reasons for solving problems, and make decisions on liquidation. One of the main problems of well construction in the fields of the Northern Caspian Sea is to ensure the quality of casing cementing, especially in areas of abnormally high reservoir pressure. The increase in drilling depths and the complication of geological conditions make it difficult to

solve this problem. A special place in this issue is occupied by the problem of the appearance of inter-column pressures. The primary technological task and problem of LUKOIL-Nizhnevolzhskneft, LLC is the search for new technologies and chemical compounds for the successful liquidation of inter-column pressures in wells and the implementation of such operations in the shortest possible time. The contractor has implemented two effective methods to solve this problem. The article discusses methods for reducing inter-column pressure and the effectiveness of their application at the North Caspian field, as well as planned and ongoing measures to minimize the risk of intercolumnal flows during well construction.

**Keywords:** inter casing pressure, offshore fields, liquidation work, oil and gas production, field development

**For citation:** Nurmakova J. I., Egorova E. V., Silkina T. S. Experience in the application of technologies for the inter-column pressures elimination in producing wells of the North Caspian fields. *Oil and gas technologies and environmental safety*. 2024;2:37-41. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/1812-9498-2024-2-37-41>. EDN NFOQNTY.

### Контроль состояния межколонного пространства скважин эксплуатационного фонда

Одной из основных проблем строительства скважин во всем мире является обеспечение качества цементирования обсадных колонн, особенно в зонах аномально высокого пластового давления (АВПД). Увеличение глубин бурения, усложнение геологических условий затрудняет решение этой задачи. Особое место в данном вопросе занимает проблема появления межколонных давлений (МКД).

Первоочередной технологической задачей ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» является поиск новых технологий и химических составов для успешного проведения ликвидационных работ МКД в скважинах и реализация таковых в кратчайшие сроки [1]. Силами подрядной организации были реализованы два действенных метода решения проблемы МКД.

На сегодняшний день при все более расширяющейся номенклатуре выпускаемых химврегантов и материалов данная проблема остается актуальной, перед инженерами стоят сложные задачи: бурения скважин через интервалы газовых пластов и обеспечение герметичности крепления обсадных колонн, а также ликвидация МКД в скважинах, законченных строительством [2].

Появление МКД в первую очередь определяется наличием источника флюидопроявления, а фиксирование его на устье свидетельствует о наличии канала связи.

Для идентификации причин возникновения МКД, выявления интервалов заколонных перетоков был реализован комплексный подход, включающий исследования специальными геофизическими, нестационарными гидродинамическими (методы по кривой восстановления давления, парного гидропрослушивания) и химическими (анализ проб флюида межколонного пространства (МКП)) методами. Данный подход позволил локализовать источник МКД, а также привязать его к низкопродуктивным газонасыщенным пластам в известняковых отложениях эоцена и терригенных отложениях верхнего мела [3].

Проектом по безопасной эксплуатации скважин с МКД на месторождениях им. Ю. Корчагина и В. Филановского (разработанный АО «ВолгоградНИПИнефть») определены максимально возможные величины МКД, проведена оценка этих значений и выполнен расчет допустимых безопасных его вели-

чин. Документ также регламентирует порядок действий персонала при возникновении и диагностики в скважине МКД на различных этапах эксплуатации скважин. На основании вышеуказанного документа, по согласованию с Нижневолжским управлением Ростехнадзора (письмо от 31.03.2010 № 06-11/74/127, протокол технического совещания в Межрегиональном отделе государственного горного надзора за объектами металлургической промышленности Нижневолжского управления Ростехнадзора от 21.01.2011), скважины были введены в эксплуатацию [4].

На месторождениях им. Ю. Корчагина и В. Филановского с периодичностью 1 раз в год проводятся гидродинамические исследования, исследования состояния среды МКП и динамики величин МКД по всему фонду скважин, введен в действие регламент стравливания МКД, согласно которому выполняются регулярные мероприятия на скважинах, где оно может превысить допустимые значения.

### Технологии проведения ликвидационных работ МКД, применяемые на месторождении им. Ю. Корчагина

Первый метод основан на закачке специального герметизирующего состава на масляной основе в МКП скважин, где зафиксирован подъем кровли цементного камня до устья. Закачка происходит по принципу нагнетания состава в МКП через отвод шиберной задвижки, с его проникновением в микро- и макрокаверны и трещины кровли цементного камня и дальнейшим его разогревом и активацией [5].

Второй метод основан на принципе гравитационного замещения способом попеременных закачек утяжеленного тампонажного материала и стравливания межколонного флюида из МКП в скважинах, где кровля цементного камня зафиксирована ниже устья, тип состава – щебеночно-песчаная смесь (ЩВПС). Закачка проводилась в соответствии с предложенной подрядчиком схемой обвязки путем замещение межколонного флюида на специальный состав Oil Base Warp Concentrate с удельным весом от 2,0 до 2,3 г/см<sup>3</sup>. В период отстоя в МКП происходил гравитационный процесс замещения межколонного флюида на тяжелый WARP. Цель данного метода заполнить пустоты, каверны, трещины цементного кольца с максимальным охватом длины обсадной колонны с глубиной проникновения до башмака.

Это длительный процесс восстановления герметичности цементного кольца, который занимает не один год. Время отстоя зависело от удельного веса межкolumnного флюида в МКП. В дальнейшем давление из МКП стравливалось, но не ниже 0,4 МПа. При высоких значениях первоначального давления

в процессе стравливания его не следует снижать ниже 1 МПа [6].

На месторождении им. Ю. Корчагина были проведены работы по ликвидации МКД на скважинах (табл.) [4].

**Работы по ликвидации МКД на эксплуатационных скважинах месторождения им. Ю. Корчагина**

**Work on the elimination of ICP at the production wells of the Yu. Korchagin field**

№ скважины	Описание работ	Диаметр МКП, мм	Период (дата) проведения работ	Тип состава	Объем закаченного состава, л	Давление, атм	
						до начала работ	после проведенных работ
<b>ООО ПКФ «Недра – С»</b>							
G1	Ликвидация МКД	508–339,7	19.05.2011–17.08.2011	ЩВПС	896	43	42
P11	Ликвидация МКД	508–339,7	04.06.2011–06.11.2011	ЩВПС	533	57	1
		339,7–244,5	07.11.2010–28.11.2010	WARP	12 935	14	0
ВП-2	Ликвидация МКД	508–339,7	12.10.2011–20.10.2011	ЩВПС	334	2	1,5
P12	Ликвидация МКД	508–339,7	16.10.2011–21.10.2011	ЩВПС	93,5	3	2,9
G1-bis	Ликвидация МКД	339,7–244,5	07.04.2012	WARP	2 597	41	22
P14	Ликвидация МКД	339,7–244,5	02.05.2012	WARP	2 320	22	0
P110	Ликвидация МКД	339,7–244,5	11.04.2012	WARP	2 610	26	0
<b>ЗАО «ПАРМ-ГИНС»</b>							
G1	Исследование МКП	508–339,7 и 339,7–244,5	26.04.2013–18.05.2013	Герметик	1 000	48	34
	Ликвидация МКД	508–339,7					
G1-bis	Исследование МКП	508–339,7 и 339,7–244,5	25.05.2013–02.12.2013	WARP	292	13,8	3,95
	Ликвидация МКД	339,7–244,5					
P109	Исследование МКП	273,05–406,04	19.07.2014–22.07.2014	WARP	6 155	25	10
	Ликвидация МКД		07.08.2014–19.08.2014				
P105	Исследование МКП	273,05–406,04	10.08.2014–19.08.2014	WARP	510	48	0
	Ликвидация МКД						
P113	Ликвидация МКД	244,5–339,7	27.09.2014–09.10.2014	WARP	2 013	1,99	0
P13	Ликвидация МКД	244,5/339,7	13.10.2016–25.10.2016	WARP	7 940	28,62	0
P104	Ликвидация МКД	244,5/339,7	13.10.2016–25.10.2016	WARP	670	31,58	0
P101	Ликвидация МКД	244,5/406,4	19.03.2018–27.03.2018	WARP	1 250	30	0
ВП-3	Ликвидация МКД	244,5/339,7	19.03.2018–27.03.2018	WARP	6 800	24	0
P103	Ликвидация МКД	273,05/406,4	18.10.2019–23.10.2019	WARP	2 500	48	0
P12	Ликвидация МКД	244,5/339,7	15.10.2019–21.10.2019	WARP	2 500	26	0

### Результативность применения технологий по ликвидации МКД на месторождении им. Ю. Корчагина

В I квартале 2021 г. на скв. № 13, 15, 109, 110, 121 месторождения им. Ю. Корчагина были проведены промыслово-геофизические исследования аппаратурой SNL (спектральная шумометрия) и выявлены источники МКД в МКП. По результатам исследований: по скв. № 13 источником МКД 245 × 340 мм являются газонасыщенные коллекторы неокомского надъяруса в интервале 1 778–1 787 м; по скв. № 15 основным источником МКД в МКП 339,7 × 244,5 мм являются газонасыщенные коллектора неокомского надъяруса в интервалах 1 740–1 746 м, 1 703–1 726 м, 1 669–1 697 м и 1 637–1 658 м, приток газа из интервалов 1 446–1 460 м (альбский ярус), 1 571–1 583 м и 1 524–1 546 м (аптский ярус) не исключается; по скв. № 109 источником МКД 273 × 406 мм являются газонасыщенные пласты альбского яруса в интервале 1 450–1 494 м и аптского яруса в интервале 1 577–1 592 м; по скв. № 114 источником МКД 273 × 406 мм являются неокомские отложения в интервале 1 544–1 648 м; по скв. № 110 источником МКД в МКП 339,7 × 244,5 мм являются газонасыщенные коллектора неокомского надъяруса в интервалах 1 795–1 805 м и 1 717–1 731 м; по скв. № 121 источником МКД 273 × 406 мм являются неокомские отложения в интервале 2 340–2 400 м. По данным спектральной шумометрии в режиме стравливания давления в МКП 273 × 406 мм отмечаются шумы в интервалах 515–558 м и 1 044–1 066 м, предположительно связанные с движением флюида по каналам в цементном камне за 273 мм колонны. Выше 450 м и до устья отмечаются шумы, связанные с движением газа в МКП 273,0 × 406,4 мм (барботаж газа). Исследования определения источников МКД данным методом продолжатся в 2024 г. на месторождении им. В. Филановского [4].

С сентября 2021 г. продолжают работы по ликвидации МКД на пяти скважинах месторождения им. Ю. Корчагина подрядной организацией АО «ПАРМ-ГИНС», в 2021 г. были продолжены работы по фонду скважин с МКД по вышеуказанным методам.

В рамках Программы опытно-промышленных работ и внедрению новых технологий на предприятиях группы «ЛУКОЙЛ» на 2021–2022 гг. были проведены научно-исследовательские работы по разработке состава на основе тяжелых соляных растворов для ликвидации МКД, и по ее результатам в 2022 г. были проведены испытания на пяти скважинах месторождения им. Ю. Корчагина.

На 01.10.2021 общий фонд скважин на месторождениях ПАО «Лукойл» составил 68 скважин (им. Ю. Корчагина – 39, им. В. Филановского – 29),

из них с наличием МКД 40 скважин (им. Ю. Корчагина – 32, им. В. Филановского – 8). В 2021 г. на месторождении им. Ю. Корчагина пробурена 1 добывающая скважина (МКД отсутствует), на месторождении им. В. Филановского пробурено 4 добывающих (в т. ч. 1 скважина № 2Н нагнетательная в отработке на нефть) и 1 нагнетательная скважина (МКД отсутствует).

### Заключение

Кроме реализации задачи по исследованию и дальнейшей ликвидации МКД скважин действующего фонда решаются задачи по минимизации риска возникновения межколонных перетоков в процессе крепления обсадных колонн скважин. При цементировании обсадных колонн используется добавка GASBLOK («Газблок») для минимизации утечек газа после цементирования.

Помимо добавки «Газблок» используется добавка к цементному раствору «Футур», которая содержит активный реагент, при взаимодействии с углеводородами расширяющийся и тем самым заполняющий микротрещины и микроканалы.

Таким образом, на месторождении проводятся мероприятия по минимизации риска возникновения межколонных перетоков в процессе строительства скважин:

1. С 2010 по 2019 гг., в результате бурения увеличился эксплуатационный фонд скважин, изменилась их конструкция, и необходимо было актуализировать ранее согласованный проект по безопасной эксплуатации скважин с наличием МКД и регламент.

2. В 2018 г. АО «ВолгоградНИПИнефть» разработан документ «Проект по безопасной эксплуатации скважин с МКД на месторождении им. В. Филановского», в рамках которого был разработан регламент стравливания МКД.

3. В 2021 г. АО «ВолгоградНИПИнефть» разработаны документы «Обоснование безопасности опасного производственного объекта «Фонд скважин месторождения им. Ю. Корчагина» (заключение экспертизы промышленной безопасности № 01-ОБ-12633-2021) и «Обоснование безопасности опасного производственного объекта «Фонд скважин месторождения им. В. Филановского» (заключение экспертизы промышленной безопасности № 01-ОБ-12630-2021).

В настоящее время контроль за работой скважин с наличием МКД осуществляется на основании документа «Обоснование безопасности опасного производственного объекта», выполненного АО «ВолгоградНИПИнефть» в 2021 г.

### Список источников

1. Анализ и обобщение геолого-геофизических материалов, результатов исследования керна, шлама, пластовых флюидов по скважине 2 Ракушечная и оперативная

оценка запасов по структуре // Отчет по договору № 05V1269-159-05. Волгоград: ООО «ЛУКОЙЛ-ВолгоградНИПИморнефть», 2005. 456 с.

2. Кустышев А. В. Особенности эксплуатации шельфовых месторождений: курс лекций. Тюмень: ТюмГНГУ, 2005. 118 с.

3. Лой Г. М., Долгов С. В., Каримов М. Ф. О межколонных давлениях на добывающих и нагнетательных скважинах месторождений СП «Вьетсовпетро». Уфа: Реактив Уфа, 1997. 156 с.

4. Отчет «Каспийский проект месторождения имени Юрия Корчагина» ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть».

Астрахань, 2011. 123 с.

5. Хадиев Д. Н. Внедрение герметизирующих составов на основе дисперсных систем для ликвидации межколонных давлений в скважинах УНГКМ // Сборник II симпозиума «Наука и технология углеводородных дисперсных систем». Уфа: Реактив Уфа, 2000. С. 208–210.

6. Фан Тиен Зунг. Борьба с межколонными давлениями в нефтяных скважинах: дис. ... канд. тех. наук. Уфа, 2006. 154 с.

## References

1. Analiz i obobshchenie geologo-geofizicheskikh materialov, rezul'tatov issledovaniya kerna, shlama, plastovykh fljuidov po skvazhine 2 Rakushechnaja i operativnaja ocenka zapasov po strukture [Analysis and generalization of geological and geophysical materials, results of core, sludge, reservoir fluids research at well 2 Shell and operational reserves assessment by structure]. *Otchet po dogovoru № 05V1269-159-05*. Volgograd, ООО "LUKOIL-VolgogradNIPImorneft", 2005. 456 p.

2. Kustyshev A. V. *Osobennosti jekspluatacii shel'fovyyh mestorozhdenij: kurs lekcij* [Features of offshore field exploitation: a course of lectures]. Tjumen', TjumGNGU, 2005. 118 p.

3. Loj G. M., Dolgov S. V., Karimov M. F. *O mezkkolonnykh davlenijah na dobyvajushhih i nagnetatel'nyh skvazhinah mestorozhdenij SP "V'etsovpetro"* [On inter-column pressures at the production and injection wells of the V'etsovpetro Joint Venture fields]. Ufa, Reaktiv Ufa Publ.,

1997. 156 p.

4. *Otchet «Kaspijskij proekt mestorozhdenija imeni Jurija Korchagina» ООО "LUKOIL-Nizhnevolzhskneft"* [The report "The Caspian project of the Yuri Korchagin field" by LUKOIL-Nizhnevolzhskneft LLC]. Astrahan', 2011. 123 p.

5. Hadiev D. N. Vnedrenie germetizirujushhih sostavov na osnove dispersnykh sistem dlja likvidacii mezkkolonnykh davlenij v skvazhinah UNGKM [Introduction of sealing compounds based on dispersed systems to eliminate inter-column pressures in UNGKM wells]. *Sbornik II simpoziuma «Nauka i tehnologija uglevodorodnykh dispersnykh sistem»*. Ufa, Reaktiv Ufa Publ., 2000. Pp. 208-210.

6. Fan Tien Zung. *Bor'ba s mezkkolonnyimi davlenijami v nefjnykh skvazhinah: dis. ... kand. tehn. nauk* [Combating intercolumnial pressures in oil wells: dis. ... Candidate of Technical Sciences]. Ufa, 2006. 154 p.

Статья поступила в редакцию 15.04.2024; одобрена после рецензирования 26.04.2024; принята к публикации 02.05.2024

The article was submitted 15.04.2024; approved after reviewing 26.04.2024; accepted for publication 02.05.2024

## Информация об авторах / Information about the authors

**Жанна Ибрагимовна Нурмакова** – кандидат биологических наук; доцент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений; Астраханский государственный технический университет; nurmak@yandex.ru

**Janna I. Nurmakova** – Candidate of Biological Sciences; Assistant Professor of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields; Astrakhan State Technical University; nurmak@yandex.ru

**Елена Валерьевна Егорова** – кандидат технических наук, доцент; заведующий кафедрой разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений; Астраханский государственный технический университет; egorova\_ev@list.ru

**Elena V. Egorova** – Candidate of Technical Sciences, Assistant Professor; Head of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields; Astrakhan State Technical University; egorova\_ev@list.ru

**Татьяна Сергеевна Силкина** – студент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений; Астраханский государственный технический университет; silkina\_2002@mail.ru

**Tatyana S. Silkina** – Student of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields; Astrakhan State Technical University; silkina\_2002@mail.ru

