

DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2024.1.251-261>

EDN SIQYBT

УДК 622.245.1

**Применение профильного перекрывателя для изоляции неустойчивых пород сарайлинской толщи при бурении боковых стволов на Ильинском месторождении**

*Мусихин И.Н., Поспелова И.Г., Дорофеев Н.П., Барданова О.Н.*

*Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия*

**Application of a profile cap to isolate unstable rocks of the saraily formation when drilling sidetracks at the Ilinskoye field**

*I.N. Musikhin, I.G. Pospelova, N.P. Dorofeev, O.N. Bardanova*

*Udmurt state University, Izhevsk, Russia*

**E-mail: [pospelovaig@mail.ru](mailto:pospelovaig@mail.ru)**

**Аннотация.** В данной статье рассматривается проблема несовместимости условий бурения, связанная с потерей устойчивости горных пород, слагающих стенки ствола скважины. В Удмуртской Республике строительство скважин на девонские объекты разработки осложняется неустойчивыми сарайлинскими отложениями, которые являются крышкой продуктивных горизонтов. Неустойчивость сарайлинских отложений как при строительстве скважин, так и при бурении боковых стволов, может привести к более серьезным последствиям, таким, как осыпи и обвалы пород, прихватам бурильного инструмента, произвольным срезкам, потерям бурящегося ствола и другим. Эти проблемы могут быть решены технологией перекрытия неустойчивых горных пород путем применения профильного перекрывателя с сохранением номинального диаметра ствола скважины.

**Ключевые слова:** скважина, продуктивный горизонт, строительство, бурение боковых стволов, неустойчивость горных пород, профильный перекрыватель, сарайлинские глины, бурильный инструмент, ствол, месторождение

**Для цитирования:** Мусихин И.Н., Поспелова И.Г., Дорофеев Н.П., Барданова О.Н. Применение профильного перекрывателя для изоляции неустойчивых пород сарайлинской толщи при бурении боковых стволов на Ильинском месторождении // Нефтяная провинция.-2024.-№1(37).-С. 251-261. - DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2024.1.251-261>. - EDN SIQYBT

**Abstract.** This article discusses the problem of incompatibility of drilling conditions associated with the loss of stability of the rocks composing the walls of the wellbore. In the Udmurt Republic, the construction of wells for Devonian development sites is complicated by unstable Saraili sediments, which are the cover of productive horizons. The instability of the Saraili deposits, both during the construction of wells and when drilling sidetracks, can lead to more serious consequences, such as screes and rock falls, sticking of the drilling tool, involuntary cuts, losses of the drilled shaft, and others. These problems can be solved by the technology of capping unstable rocks by using a profile cap while maintaining the nominal diameter of the wellbore.

**Key words:** *well, productive horizon, construction, sidetrack drilling, rock instability, profile cap, Saraili clay, drilling tool, shaft, field*

**For citation:** Musikhin I.N., Pospelova I.G., Dorofeev N.P., Bardanova O.N. *Primeneniye profil'nogo perekryvatel'ya dlya izolyatsii neustoychivyykh porod saraylinskoy tolshchi pri burenii bokovykh stvolov na Il'inskom mestorozhdenii* [Application of a profile cap to isolate unstable rocks of the saraili formation when drilling sidetracks at the Ilinskoye field]. *Neftyanaya Provintsiya*, No. 1(37), 2024. pp. 251-261. DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2024.1.251-261>. EDN SIQYBT (in Russian)

При строительстве эксплуатационных скважин и боковых стволов возникают осложнения из-за несовместимых условий бурения в разных горизонтах. Применение бурового раствора с одними параметрами может привести к потере устойчивости пород, слагающих стенки скважины в одних пластах, а применение раствора с другими параметрами – к его поглощениям в других.

Сохранение целостности стенок скважины в глинистых отложениях по-прежнему является актуальной производственной проблемой при бурении боковых стволов. На бурение боковых стволов в неустойчивых глинистых горных породах уходит большое количество непроизводительного времени, связанного с ликвидацией возникающих осложнений [1].

**Анализ процесса строительства скважин на Ильинском месторождении.**

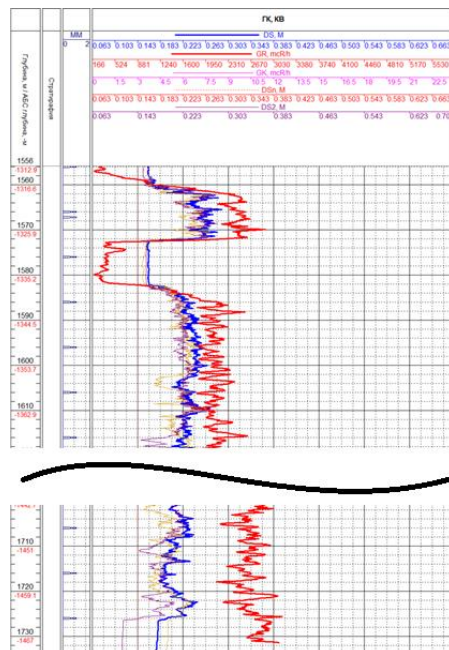
На Ильинском месторождении в процессе строительства скважин возникают осложнения в виде потери устойчивости глинистых пород са-

райлинской толщи и поглощений бурового раствора в фаменском ярусе. Перекрытие сарайлинских глин осуществляется эксплуатационной колонной. А дальнейшее углубление с прохождением поглощающего горизонта до проектного забоя осуществляется бурением под хвостовик.

Прохождение сарайлинских глин необходимо выполнять с применением бурового раствора плотностью не менее  $1220 \text{ кг/м}^3$  в целях предупреждения обваливания стенок скважины, а дальнейшее углубление на растворе плотностью не более  $1140 \text{ кг/м}^3$  для минимизации рисков возникновения поглощений раствора.

Для вскрытия дополнительных продуктивных мощностей применяется резка бокового ствола скважины. Данный опыт проводился на месторождении впервые. При бурении бокового ствола возникали многочисленные проблемы в виде следующих осложнений:

- посадки, затяжки и прихваты бурильного инструмента в интервале сарайлинских отложений;
- поглощения бурового раствора при бурении фаменского яруса;
- недохождения геофизических приборов до забоя скважины (Рис. 1);
- произвольные срезки в интервале неустойчивых пород.



**Рис. 1. Кавернометрия ствола скважины. Недохождения прибора на глубине 1730 м**

Ликвидация поглощений осуществлялась установкой цементных мостов с одновременным перекрытием интервала сарайлинских глин. В результате разбуривания одного из цементных мостов произошла непроизвольная срезка на участке пластичных глин.

Таким образом, установки цементных мостов в интервале известняков фаменского яруса с совместным перекрытием сарайлинских глин не позволяют успешно пробурить ствол скважины, а также занимают большое количество времени и материальных затрат. Кроме этого, из-за не перекрытия сарайлинских отложений обсадными трубами возникают затяжки, посадки и прихваты бурильного инструмента, а также непрохождения геофизического оборудования.

### **Методы изоляции зон неустойчивых пород.**

В настоящее время для укрепления стенок скважины, сложенных неустойчивыми глинистыми породами, применяют следующие методы.

1. Перекрытие зон промежуточными или потайными обсадными колоннами – применяются для разобщения несовместимых по условиям бурения зон при углублении скважины до намеченных глубин.

2. Установка укрепляющих цементных мостов – применяется для укрепления стенок ствола в результате образования цементного камня, который препятствует взаимодействию фильтрата бурового раствора с породой.

3. Применение силикатных ванн – которые представляют собой 5-%-ный водный раствор жидкого стекла ( $K_2SiO_3$ ) с добавлением в воду 2-х процентов крахмала  $(C_6H_{10}O_5)_n$ . Жидкое стекло оказывает крепящее действие за счет образования нерастворимых или малорастворимых гидросиликатов поливалентных металлов, кольматирующие поровое и трещинное пространства, снижая проникновение фильтрата раствора в породу.

4. Перекрытие зон профильными перекрывателями с сохранением номинального диаметра ствола скважины – после расширения ствола скважины спускаются профильные трубы, расширение профильной части которых производится давлением, а цилиндрических участков трубы – различными типами развальцевателей. После развальцевания трубы плотно прилегают к стенке скважины, а проходное отверстие ствола скважины не изменяется от первоначального.

5. Бурение и заканчивание на неуправляемом и управляемом хвостовике – предполагает углубление ствола при помощи стандартного бурильного инструмента до кровли неустойчивых пород. Затем собирается необходимая компоновка и хвостовик, которые спускаются на бурильных трубах и происходит одновременное бурение и обсаживание ствола скважины.

Оптимальным вариантом для изоляции неустойчивых пород является их обсаживание. Для таких целей наилучшим вариантом является применение профильного перекрывателя, который представляет собой сборку профильных труб (Рис. 2), собранных при помощи сварки. Перекрытие интервала позволяет уменьшить число осложнений в процессе бурения ствола, так как осложненные зоны перекрываются сразу же после их вскрытия [2]. По данным геофизических исследований ствола скважины определяется интервал установки перекрывателя и его длина.



*Рис. 2. Профильная труба перекрывателя*

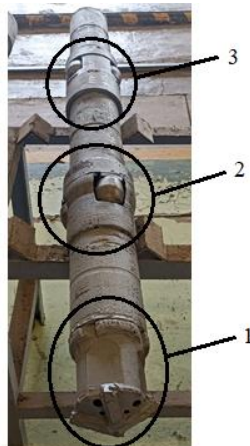
### **Применение профильного перекрывателя.**

Технология проведения работ по применению профильного перекрывателя представляет собой процесс по подготовке ствола перед спуском, сборке, спуску труб перекрывателя, их установке в определенном интервале и прижатие к стенкам расширяющим давлением. Для этих целей применяется следующее оборудование, предоставляемое исполнителем работ:

- башмак на перекрыватель (Рис. 3);
- наконечник для снятия башмака (1) (Рис. 4);
- расширитель РРМ (Рис. 5);
- роликовый развальцеватель РР (2) (Рис. 4);
- роликовый развальцеватель раздвижной РРР (3) (Рис. 4);
- развальцеватели: РШ;
- хомуты и элеваторы для сборки перекрывателя;
- газосварочное оборудование.



*Рис. 3. Башмак на перекрыватель*



1 - наконечник для снятия башмака; 2 - развальцеватель РР; 3 - развальцеватель РРР

*Рис. 4. Компоновка для расширения перекрывателя*



*Рис. 5. Расширители РРМ разного диаметра*

Для успешной изоляции зоны сарайлинских глин необходимо тщательная подготовка ствола скважины к спуску ОЛКС, включающая следующие операции.

1. Испытание расширителя давлением на устье скважины.
2. Сборка компоновки: долото  $\text{Ø}142,9$  + расширитель РРМ-144/160 + ТБТ-102 50 м + СБТ-89.
3. Спуск компоновки до глубины 1548 м. Приведение расширителя в рабочее положение. Расширение ствола скважины.
4. Определение качества расширенного интервала геофизическим исследованием (каверномер).
5. По данным геофизического исследования определяется интервал для установки перекрывателя.

По геофизическому исследованию определен интервал установки профильного перекрывателя 1557-1802 м. Сборка и спуск ОЛКС проводились по следующей технологии.

1. Сборка компоновки: башмак + перекрыватель ОЛКС-144/150С – 245 м + СБТ-89-2 трубы + репер длиной 3 м + СБТ-89.
2. Спуск перекрывателя в необходимый интервал.



3. Сброс шаров для перекрытия отверстий в башмаке. Выправление перекрывателя созданием давления 17 МПа.
4. Проверка устойчивости перекрывателя к осевым перемещениям.
5. Отсоединение стыковочной головки от перекрывателя. Промывка. Подъем инструмента.
6. Сборка компоновки: наконечник для снятия башмака + РР-130/140 + РРР-140/150 + УБТ-108- 50 м + СБТ-89. Спуск до «головы» перекрывателя.
7. Развальцовка перекрывателя до башмака. Отворот и сбитие башмака на забой скважины.
8. Сборка компоновки: долото трехшарошечное 146 мм + ТБТ-102 50м + СБТ-89. Спуск и шаблонировка внутреннего диаметра перекрывателя.
9. Разбуривание башмака.

Успешность спуска профильного перекрывателя подтверждена проведенным геофизическим исследованием (Рис. 6).

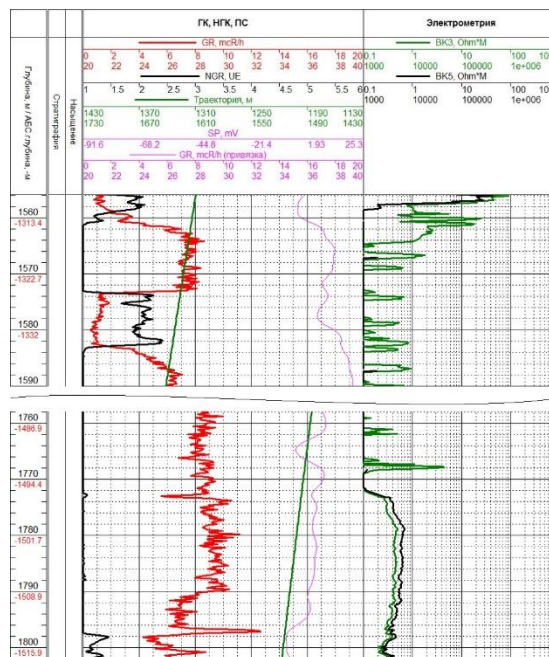


Рис. 6. Геофизическое исследование интервала установки профильного перекрывателя



Таким образом, использование профильного перекрывателя для изоляции глинистых пород сарайлинской толщи при бурении бокового ствола на Ильинском месторождении позволило провести боковой ствол.

### **Технологическая эффективность.**

Эффективностью использования профильного перекрывателя для изоляции глинистых пород сарайлинской толщи является то, что, во-первых, отсутствуют повторные возникновения осложнений в интервале, вследствие надежного локального перекрытия пород трубами; во-вторых, осложненный участок перекрывается с сохранением номинального диаметра ствола скважины; а в-третьих, возможен дальнейший перевод скважины на раствор с другими параметрами.

Таким образом применение профильного перекрывателя для укрепления стенок скважины позволяет провести бурение несовместимых по геологическим причинам зон, улучшить процесс спускоподъемных операций, исключить обвалообразования, прихваты бурильного инструмента, произвольные зарезки в толще.

Недостатками технологии являются – проведение многократных спускоподъемных операций при установке перекрывателя в скважине и вероятность не допустить профильный перекрыватель в необходимый интервал из-за невозможности проводить промывку в процессе спуска его в скважину. В то же время из литературных источников известны результаты разработки и успешных испытаний технологии установки профильного перекрывателя в скважине за одну спускоподъемную операцию [2, 3] и устройства, позволяющего проводить промежуточные промывки при спуске в скважину [4]. Промышленное освоение производства и применения таких расширяемых обсадных колонн разного типоразмера и сопутствующего оборудования может поставить технологию профильных перекрыва-

телей в ряд самых ресурсосберегающих российских технологий в области строительства скважин.

### Список литературы

1. Бакирова А.Д., Шалыпин Д.В., Бабушкин Э.В., Бакиров Д.Л., Кузнецов В.Г. Проблемы и решения, возникающие при бурении скважин в неустойчивых глинисто-аргиллитовых породах. Известия высших учебных заведений. Нефть и газ. 2020;(2):18-25.
2. Абдрахманов Г.С. Крепление скважин расширяемыми трубами: Учеб. пособие для ВУЗов – 2-е изд., доп. – М.: ВНИИОЭНГ, 2014. – 267 с.
3. Совершенствование конструкций скважин/ Ш.Ф. Тахаутдинов, Р.С. Хисамов, Г.С. Абдрахманов [и др.] // Нефтяное хозяйство. – 2016. – №7. – с. 40-43.
4. Абдрахманов Г.С., Ахмадишин Ф.Ф., Хамитьянов Н.Х. Развитие техники и технологии локального крепления скважин // Нефтяное хозяйство. – 2017. – №6. – с. 34-36.

### References

1. Bakirova A.D., Shalyapin D.V., Babushkin E.V., Bakirov D.L., Kuznetsov V.G. Problemy i resheniya, vznikayushchie pri burenii skvazhin v neustoychivyh glinisto-argillitovykh porodakh. [Well drilling in weak clay-claystone rocks: challenges and remedies]. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Nefti gaz. 2020, no (2): pp 18-25. (in Russian)
2. Abdrakhmanov G.S. Kreplenie skvazhin ekspandiruemyimi trubami. [Wells casing with expandable tubulars]. Ucheb. posobie. [Manual]. Moscow, WNIIOENG, 2014, 267 p. (in Russian)
3. Advances in well design/ Sh. F. Takhaututdinov, R.S. Khisamov, G.S. Abdrakhmanov, et al. // Neftyanoie khozyaystvo = Oil industry. 2016, no, 7, pp. 40-43. (in Russian)
4. Abdrakhmanov G.S., Akhmadishin F.F., Khamityanov N.Kh. Advances in local well casing technology // Neftyanoie khozyaystvo = Oil industry. 2017, no, 6, pp. 34-36. (in Russian)

### Сведения об авторах

*Мусихин Иван Николаевич*, магистр, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

Россия, 426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 7

E-mail: [ivan.musihin107@gmail.com](mailto:ivan.musihin107@gmail.com)

*Поспелова Ирина Геннадиевна*, кандидат технических наук, доцент, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

Россия, 426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 7

E-mail: [pospelovaig@mail.ru](mailto:pospelovaig@mail.ru)

*Дорофеев Николай Петрович*, доцент кафедры, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

Россия, 426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 7

E-mail: [dorofeevnp@mail.ru](mailto:dorofeevnp@mail.ru)

*Барданова Ольга Николаевна*, ассистент кафедры, ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»  
Россия, 426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 7  
E-mail: bardanova\_on@udsu.ru

### **Authors**

*I.N. Musikhin*, master, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Udmurt State University»  
7 bldg., 1, Universitetskaya st., Izhevsk, 426034, Russian Federation  
E-mail: ivan.musihin107@gmail.com

*I.G. Pospelova*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Udmurt State University»  
7 bldg., 1, Universitetskaya st., Izhevsk, 426034, Russian Federation  
E-mail: pospelovaig@mail.ru

*N.P. Dorofeev*, associate professor of the department, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Udmurt State University»  
7 bldg., 1, Universitetskaya st., Izhevsk, 426034, Russian Federation  
E-mail: dorofeevnp@mail.ru

*O.N. Bardanova*, department assistant, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Udmurt State University»  
7 bldg., 1, Universitetskaya st., Izhevsk, 426034, Russian Federation  
E-mail: bardanova\_on@udsu.ru

*Статья поступила в редакцию 27.10.2023*  
*Принята к публикации 21.03.2024*  
*Опубликована 30.03.2024*