



УДК 622.24

## КОМПЛЕКС БУРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЖИДКОСТЕЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН В УСЛОВИЯХ СЕРОВОДОРОДНОЙ АГРЕССИИ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ТИМАНО-ПЕЧОРСКОЙ НЕФТЕГАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

### A COMPLEX OF DRILLING PROCESS FLUIDS FOR THE CONSTRUCTION OF WELLS UNDER CONDITIONS OF HYDROGEN SULFIDE AGGRESSION IN THE FIELDS OF THE TIMAN-PECHORA OIL AND GAS PROVINCE

**Каменских Сергей Владиславович**

кандидат технических наук, доцент,  
доцент кафедры бурения  
Ухтинский государственный технический университет  
skamenskih@ugtu.net

**Аннотация.** Горно-геологические условия Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции характеризуются повышенным содержанием сероводорода в высокопроницаемых пластах, в результате чего бурение и крепление сопровождается поглощениями, дифференциальными прихватами и проявлениями агрессивных флюидов. Поэтому разработка комплекса буровых технологических жидкостей для строительства скважин в подобных условиях является актуальной задачей. В работе представлены результаты разработки и применения комплекса буровых технологических жидкостей, повышающего качество строительства скважин в условиях сероводородной агрессии.

**Ключевые слова:** сероводородная агрессия, комплекс буровых технологических жидкостей, Тимано-Печорская нефтегазоносная провинция.

**Kamenskikh Sergey Vladislavovich**

Ph. D., Associate Professor  
of Drilling Department  
Ukhta State Technical University  
skamenskih@ugtu.net

**Annotation.** The mining and geological conditions of the Timan-Pechora oil and gas province are characterized by an increased content of hydrogen sulfide in highly permeable formations, as a result of which drilling and fastening are accompanied by absorptions, differentially sticks pipes and manifestations of aggressive fluids. Therefore, the development of a complex of drilling process fluids for the construction of wells in such conditions is an urgent task. The paper presents the results of the development and application of a complex of drilling process fluids that improves the quality of well construction in conditions of hydrogen sulfide aggression.

**Keywords:** hydrogen sulfide aggression, a complex of drilling process fluids, Timan-Pechora oil and gas province.

К настоящему времени в Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (ТПНГП) открыто 183 месторождения нефти и газа, из которых порядка 40 % с агрессивными флюидами в высокопроницаемых отложениях, в результате чего при бурении и креплении возможны поглощения, дифференциальные прихваты и проявления флюидов, содержащих сероводород ( $H_2S$ ). Взаимодействуя с технологическими жидкостями,  $H_2S$  вызывает деструкцию высокомолекулярных соединений (ВМС), интенсивную коррозию цементного камня и бурильного инструмента. Поэтому разработка комплекса технологических жидкостей для качественного строительства скважин в высокопроницаемых пластах, вмещающих  $H_2S$ , является актуальной задачей.

Комплекс технологических жидкостей разработан с использованием приборов и оборудования кафедры бурения и центра по исследованию ядра ФГБОУ ВО «УГТУ» и включает биополимерный высокощелочной буровой раствор [1] с кольматирующей смесью [2]; многофункциональную буферную жидкость; облегченную тампонажную смесь [3].

Биополимерный высокощелочной буровой раствор для бурения в агрессивных средах (RU № 2016126737 А) обладает структурно-реологическими параметрами, ферментативной и коррозионной устойчивостью к деструкции при воздействии биогенного и природного  $H_2S$ , антикоррозионными и кольматационными свойствами, обеспечивая качественное вскрытие сероводородсодержащих проницаемых горных пород [1]. Для усиления изолирующей способности высокопроницаемых отложений высокощелочной буровой раствор трансформируется в кольматирующую смесь (заявка на изобретение № 2020138560 от 24.11.2020). Проведенные на тестере проницаемости исследования позволили установить, что высокощелочной буровой раствор при обработке биоцидолом переходит в покое в гелеобразное состояние. Для повышения прочности и пластичности геля смесь обрабатывается газблоком. Совместное использование биоцидола (сшиватель) и газблокатора, обладающего свойствами компаунда, позволяет повысить кольматирующую способность смеси за счет затвердевания газблока при нагревании и связывания ВМС, сшитых биоцидолом, в более плотные и большие по размеру конгломераты, которые эффективно кольматируют высокопроницаемое пространство [2].



Биополимерный высокощелочной буровой раствор [1] и трансформируемая из него кольматирующая смесь [2] нейтрализуют  $H_2S$  повышенной щелочностью соединений  $Ca(OH)_2$  и изолируют высокопроницаемые пласты продуктами их взаимодействия (сульфидами кальция), ограничивающими поступление сероводорода в ствол скважины.

Многофункциональная буферная жидкость (моюще-эрозионная, вязкоупругая и адгезионно-кольматирующая порции) обеспечивает при турбулентном режиме течения в заколонном пространстве смывание и удаление фильтрационных корок с поверхности горных пород; вытеснение бурового раствора и кольматацию проницаемых отложений, содержащих  $H_2S$ ; увеличение прочности сцепления цементного камня с сопрягающими поверхностями, повышая качество подготовки ствола скважины к цементированию в высокопроницаемых отложениях и условиях сероводородной агрессии.

Облегченный тампонажный состав для цементирования обсадных колонн в высокопроницаемых отложениях и условиях сероводородной агрессии (RU № 2741890 C2), включающий сульфатостойкий цемент в качестве вяжущего; расширяющую добавку, исключая объемные изменения камня при контракции; газблок, обеспечивающий коррозионную стойкость к агрессивным средам за счет снижения проницаемости камня; гранулированное пеностекло, снижающее плотность смеси [3]. Облегченная тампонажная смесь формирует коррозионностойкий цементный камень с устойчивым фазовым составом и пониженной проницаемостью, что позволяет использовать ее при цементировании высокопроницаемых отложений, вмещающих  $H_2S$ .

В итоге, сформирован комплекс буровых технологических жидкостей [4], повышающий качество строительства скважин в высокопроницаемых отложениях, вмещающих  $H_2S$ , за счет применения:

- при бурении высокощелочного бурового раствора и трансформируемой из него кольматирующей смеси, нейтрализующих сероводород повышенной щелочностью соединений гидроксида кальция и изолирующих высокопроницаемые пласты карбонатным материалом и продуктами реакции  $Ca(OH)_2$  с  $H_2S$ ;
- при креплении многофункциональной буферной жидкости и облегченной тампонажной смеси, обеспечивающую качественную подготовку ствола скважины к цементированию при турбулентном режиме течения в заколонном пространстве и надежное крепление обсадных колонн за счет формирования коррозионностойкого цементного камня с устойчивым фазовым составом и пониженной проницаемостью;
- при освоении соляной кислоты для декольматации пласта, закольматированного сульфидами кальция и карбонатным материалом.

Комплекс технологических жидкостей использовался при бурении и креплении боковых стволов на бездействующих скважинах ТПНГП. Интервалы бурения и крепления представлены карбонатными породами, осложненными поглощениями, прихватами и присутствием  $H_2S$ . Бурение и крепление прошло без осложнений согласно разработанным регламентам. Комплекс обеспечил при бурении и креплении:

- экономию материальных затрат в размере 464 млн руб. от применения высокощелочного бурового раствора;
- увеличение прочности и площади сцепления камня с сопрягающими поверхностями на 31 и 21 % соответственно по сравнению с ранее зацементированными хвостовиками от использования многофункциональной буферной жидкости и тампонажной смеси;
- повышение дебитов после кислотной обработки на 10–20 %.

Комплекс технологических жидкостей рекомендуется использовать при бурении и креплении высокопроницаемых пластов, вмещающих  $H_2S$ .

#### Список литературы:

1. Каменских С.В., Уляшева Н.М. Разработка и исследование бурового раствора для безаварийного вскрытия сероводородсодержащих высокопроницаемых горных пород // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2019. – № 1. – С. 28–34.
2. Каменских С.В. Разработка рецептуры биополимерной кольматирующей смеси для ликвидации поглощений в проницаемых горных породах // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2017. – № 7. – С. 15–21.
3. Вороник А.М., Каменских С.В., Уляшева Н.М. Разработка и исследование облегченной коррозионностойкой тампонажной смеси для крепления высокопроницаемых горных пород, вмещающих агрессивные флюиды // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2020. – № 1. – С. 40–45.
4. Быков И.Ю., Каменских С.В., Уляшева Н.М. Комплекс высокощелочных рецептур технологических жидкостей для качественного вскрытия и крепления скважин в коррозионно-активных средах // Нефтепромысловое дело. – 2022. – № 10. – С. 26–30.

#### List of references:

1. Kamenskikh S.V., Ulyasheva N.M. Development and study of a drilling fluid for the water-free penetration of hydrogen sulfide-bearing highly permeable rocks // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2019. – № 1. – P. 28–34.



2. Kamenskikh S.V. Development of the formulation of biopolymer colmatation mixture for the elimination of absorptions in permeable rocks // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2017. – № 7. – P. 15–21.
3. Voronik A.M., Kamenskikh S.V., Ulyasheva N.M. Development and study of a lightweight corrosion-resistant plugging mixture for fixing highly permeable rocks that contain aggressive fluids // Construction of oil and gas wells on land and at sea. – 2020. – № 1. – P. 40–45.
4. Bykov I.Y., Kamenskikh S.V., Ulyasheva N.M. Complex of highly alkaline formulations of technological fluids for high-quality opening and fixing of wells in corrosive environments // Oilfield Business. – 2022. – № 10. – P. 26–30.