

«Полиформ» – термосоустойчивый буровой раствор с высокими ингибирующими свойствами для строительства скважин в сложных геологических условиях

В.И. Ноздря, к.г.-м.н., Е.С. Клочков, О.И. Яровенко,
А.В. Головашкин, И.В. Кривцов, А.Ю. Царьков, к.т.н.
/АО «НПО «Полицелл», г. Владимир, mail@npo-polycell.ru/

Поднимаются вопросы, связанные с качественным вскрытием продуктивного пласта и подбором промывочной жидкости. Представлена система экологически безопасного бурового раствора на водной основе «Полиформ», разработанная для строительства скважин в сложных геологических условиях, отличительной особенностью которой является высокая способность ингибировать набухание глинистых материалов при высоких температурах. Описаны свойства и компоненты, входящие в состав бурового раствора в качестве термостабилизатора, смазывающей добавки, пеногасителя, органических полимеров для регулирования фильтрационных и реологических свойств и т. д. Композиция материалов подбирается для каждого месторождения индивидуально. Рассказывается о проведенных испытаниях материалов системы «Полиформ». Представлен опыт применения бурового раствора «Полиформ».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: строительство нефтяных и газовых скважин, качественное вскрытие продуктивного пласта, буровой раствор, минимизация рисков осложнений в процессе строительства скважин, система бурового раствора на водной основе «Полиформ», ингибирование набухания глинистых материалов, укрепление стенок скважин, смазывающая добавка «Полизолуб», реагент «ПолиРГМ», термостойкий сополимер акриловой кислоты «Политемп», снижение пенообразования, реагент на спиртовой основе «Полидефомер», регулирование фильтрационных и реологических свойств бурового раствора, модифицированный крахмал для бурения «ПолиКР-Ф», буровая система «Полифлок», шельфовое бурение, Астраханское газоконденсатное месторождение (ГКМ)

"POLYFORM" – Thermal Salt-Resistant Drilling Fluid with High Inhibitory Parameters for Well Construction in Challenging Geological Conditions

V.I. Nozdrya, PhD, E.S. Klochkov, O.I. Yarovenko,
A.V. Golovashkin, I.V. Krivtsov, A.Yu. Tsarkov, PhD
/Polycell NPO JSC, Vladimir/

The authors of the paper discuss the issues related to high-quality penetration into productive reservoir and the selection of flushing fluid. In the paper they present a system of environmentally safe water-based drilling mud (i.e. "Polyform"), designed for well construction in challenging geological conditions, a distinctive feature of which is its high ability to inhibit the swelling process of clay materials at high temperatures. The paper also contains the properties and components included in drilling mud as a thermal stabilizer, lubricating additive, defoamer, organic polymers to regulate filtration and rheological properties, etc. The composition of these materials is selected for each field individually. The authors inform on the tests carried out with materials of "Polyform" system and present the experience of using "Polyform" drilling mud.

KEY WORDS: construction of oil and gas wells, high-quality penetration into a productive reservoir, drilling mud, minimizing the risks of complications during the process of well construction, "Polyform" water-based drilling mud system, inhibition of clay material swelling, strengthening of well-bore walls, "Polycolub" lubricating additive, "PolyRGM" reagent, "Polytemp" thermo-resistant acrylic acid copolymer, reduction of foaming effect, "Polydefoamer" alcohol-based reagent, regulation of drilling mud filtration and rheological properties, "PolyKR-F" modified starch for drilling operations, "Polyflock" drilling system, offshore drilling, Astrakhan gas condensate field (GCF)

Успех строительства нефтяных и газовых скважин зависит главным образом от состава и свойств буровых растворов, которые должны обеспечивать безопасность, безаварийность бурения и качественное вскрытие продуктивного пласта.

При выборе промывочной жидкости в настоящее время большое внимание уделяют ингибированию набухания глинистых материалов. При строительстве глубоких скважин в сложных геологических условиях буровой раствор и все его компоненты должны выдерживать высокие температуры и воздействие агрессивной среды. Предпочтение отдается буровым растворам, которые оказывают минимальное негативное влияние на окружающую среду, а утилизация отработанного раствора и выбуренной породы не требует специальных сложных и дорогостоящих решений. Кроме того, состав промывочной жидкости подбирается таким образом, чтобы минимизировать возможные риски осложнений в процессе строительства скважин, а его соответствие заявленным техническим характеристикам на всем протяжении цикла строительства – обязательное условие.

Для строительства скважин в сложных геологических условиях специалистами АО «НПО «Полицелл» разработана система бурового раствора на водной основе «Полиформ». Отличительной особенностью бурового раствора является его высокая способность ингибировать набухание глинистых материалов при высоких температурах, минимизировать воздействие на солевой пласт и обеспечивать устойчивость к различным видам агрессии. Указанные свойства бурового раствора достигаются за счет использования в его составе минеральных солей, органического ингибитора аминного типа и органического термостабилизатора.

В состав бурового раствора «Полиформ» входят:

■ Буровой концентрат «Полиформ», который представляет собой композицию продуктов переработки древесины, кубовых остатков производства многоатомных спиртов, полиэфиров и солей многоосновных органических кислот. Продукт не содержит углеводородов, солей поливалентных металлов и твердой фазы. Использование реагента в концентрации до 250 кг/м³ позволяет увеличить глиноёмкость бурового раствора вследствие значительного

ингибирования гидратации выбуренной породы, укрепить стенки скважин, минимизировать вероятность обвалообразования за счет предупреждения набухания глинистых сланцев и растворения солей.

■ В качестве смазывающей добавки – материал с торговым названием «Полиэколуб».

■ В качестве термостабилизатора предложено использовать композицию диоксановых спиртов, эфиров и гуматов под торговым названием «ПолиРГМ». Реагент «ПолиРГМ» улучшает ингибирование набухания глинистых материалов, стабилизирует стенки ствола скважины, способствует снижению пенообразования.

■ В качестве пеногасителя – реагент на спиртовой основе с торговым названием «Полидефомер».

■ В качестве органических полимеров для регулирования фильтрационных и реологических свойств – модифицированный крахмал для бурения под торговым названием «ПолиКР-Ф», применяемый в случае, если забойные температуры ниже 80 °С, или термостойкий сополимер акриловой кислоты под торговым названием «Политемп», используемый при бурении в сложных геологических условиях (для забойных температур до 180 °С).

Композиция указанных материалов подбирается для каждого месторождения и каждого технического задания индивидуально. Испытания буровой системы «Полифлок» в лабораторных условиях проводились в различных организациях России и за рубежом, по результатам испытаний получены положительные заключения.

В Санкт-Петербургском горном университете в 2023 году были выполнены испытания под научным руководством д.т.н., профессора Двойникова. В заключении указывается, что буровой раствор «Полиформ» с плотностью в диапазоне 1,16–2,0 г/см³ для строительства секций промежуточных и эксплуатационной колонн открытого ствола по своим реологическим, структурным и фильтрационным свойствам до и после термостатирования соответствует проектной документации для скважины № 628 Астраханского ГКМ.

Департаментом лабораторных исследований «КазНИПИмұнайгаз» (Казахстан) было выдано положительное заключение о применении материалов системы «Полиформ». В 2024 г. были осуществлены промышленные поставки материалов в адрес сервисной компании SRF-chemService и эффективно выполнены буровые работы.

В 2024 г. успешно прошли лабораторные испытания системы «Полиформ» для шельфового бурения в сервисной компании PV Chem-Drilling Mud and Services (Социалистическая Республика Вьетнам).

ООО ИСК «Петроинжиниринг» провело испытания пресного утяжеленного (плотность 2,22 г/см³) бурового раствора «Полиформ» для высокотемпературных скважин ООО «Газпромнефть». По результатам тестирования получено положительное заключение и допуск к применению.

Буровой раствор «Полиформ» применялся также для строительства эксплуатационных скважин Астраханского ГКМ (скважины № 628, 9917, 934, 6611). Строительство скважин на Астраханском месторождении проходит в сложных геологических условиях. В 2023–2024 годах здесь осуществлялось строительство эксплуатационной скважины № 452,

которая с технологической точки зрения является очень сложной, протяженность интервала бурения технической колонны (393,7 мм) – более 2500 метров. Для обеспечения безаварийного бурения, обеспечения стабильности бурового раствора в условиях наработки твердой фазы для строительства скважины использовали реагент «Полифлок». Предложенный к применению полимер устойчив к воздействию высоких температур, минерализации (по солям кальция и магния), эффективно флокулирует глину и глинистые материалы, что позволяет применять его в сложных геологических условиях. Реагент обеспечивает низкое значение фильтрации (в том числе низкое значение забойной фильтрации НРНТ (high-pressure high-temperature)).

Особенность реагента «Полифлок» заключается в том, что он способен химически связывать коллоидную глину и переводить ее в неактивное состояние. Технический результат применения этого реагента – значительное снижение значения МВТ (емкости катионного обмена) и профилактики роста реологических показателей при бурении в интервалах залегания глин. Снижение МВТ бурового раствора происходит за счет нейтрализации избыточного отрицательного заряда на частицах диспергированной глины, в результате чего коллоидная фаза теряет активность и ее влияние на реологические характеристики значительно снижается. В практике бурения это выражается в том, что вязкость бурового раствора при бурении в интервалах залегания коллоидных глин практически не изменяется или увеличивается незначительно даже в условиях интенсивной наработки при неудовлетворительной работе системы очистки. Указанное свойство реагента «Полифлок» является уникальным, дает возможность химически связывать глинистые материалы и переводить их в неактивное состояние, в то время как все существующие ингибиторы набухания (в том числе хлористый калий) лишь замедляют процесс набухания суспендированных глин, но полностью не решают возникающих проблем.

Применение компонентов системы «Полиформ» позволило значительно улучшить технико-экономические показатели бурения. При бурении в терригенных и хемогенных отложениях не зафиксировано непроизводительного времени, связанного с качеством бурового раствора.

Предложенные технические решения для бурового раствора «Полиформ» являются универсальными и могут быть адаптированы к конкретным условиям бурения. Все компоненты буровой системы «Полиформ» безопасны для окружающей среды, не оказывают вредного воздействия на здоровье сотрудников. Утилизация отработанного бурового раствора и отходов бурения системы «Полиформ» не требует специальных дорогостоящих мероприятий. Подбор состава бурового раствора производится в сертифицированной комплексной научно-исследовательской лаборатории АО «НПО «Полицелл», специалисты технологического отдела осуществляют внедрение и сопровождение материалов на объектах бурения. Применение материалов системы «Полиформ» позволяет значительно снизить риски возникновения аварийных ситуаций при бурении в сложных геологических условиях и улучшить технико-экономические показатели бурения.