

## С Е К Ц И Я 13

# СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНИКА И ТЕХНОЛОГИИ БУРЕНИЯ СКВАЖИН

### СИСТЕМЫ БУРОВЫХ РАСТВОРОВ ДЛЯ ПЕРВИЧНОГО ВСКРЫТИЯ ПРОДУКТИВНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ

**Аверкиев В.А., Захаров А.С., Минаев К.М.**

Научный руководитель доцент Минаев К.М.

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Первой рабочей жидкостью, входящей в контакт с продуктивным горизонтом, является буровой раствор, поэтому его качество во многом определяет возможность получения запланированного дебита нефтяных и газовых скважин. Применение буровых растворов, не предназначенных для первичного вскрытия продуктивного пласта (растворы для бурения интервалов под направление, кондуктор и т.д.), может быть причиной серьезного повреждения для коллектора.

Промышленные жидкости для вскрытия продуктивных пластов являются специально спроектированными технологическими жидкостями. Буровые растворы для первичного вскрытия в большей мере обеспечивают сохранение исходных коллекторских свойств и снижают степень загрязнения продуктивного пласта, при этом сочетая высокие технические и экономические показатели бурения [5].

Применение водных буровых растворов исторически является одним из первых технологических решений в области промывки скважин. Развитие данных систем буровых растворов началось с использования технической воды, в настоящее же время, это сложные многокомпонентные системы, полученные благодаря детальному исследованию в лабораторных и полевых условиях. В целом, самыми распространенными буровыми растворами на водной основе, из когда-либо применяемых, являются следующие: глинистые, полимерные, полимер-глинистые, ингибирующие, соленащенные, а также биополимерные системы. Оказываемое влияние на проницаемость призабойной зоны пласта буровыми растворами на водной основе зависит, прежде всего, от типа и компонентного состава применяемых систем [6].

Наиболее удобными и простыми буровыми растворами на водной основе как в применении, так и в регулировании свойств, являются глинистые компонентные составы. Тем не менее, из-за высокой степени загрязнения коллектора глинистыми частицами, применение данных систем в качестве растворов первичного вскрытия является нецелесообразным. Современное развитие в области буровых растворов и потребность в сохранении коллекторских свойств пласта на этапе первичного вскрытия обуславливают убывающую тенденцию применения глинистых растворов.

Широкое распространение нашли буровые растворы на углеводородной основе, которые позволяют существенно сохранить естественные фильтрационно-емкостные свойства продуктивных коллекторов. Это обуславливается тем фактором, что используемая в качестве дисперсионной среды углеводородная основа обладает физико-химическим сродством к пластовому флюиду. Это обстоятельство препятствует образованию малоподвижных смесей в системе «буровой раствор-пластовый флюид» [2, 8]. Основными качествами, положительно влияющими на процесс первичного вскрытия продуктивных мощностей, для данного типа растворов являются: высокие ингибирующие свойства, что особенно важно при проходке глинистых интервалов; меньшая плотность по сравнению с буровыми растворами на водной основе, что, в свою очередь, целесообразно при бурении в условиях аномально низких пластовых давлений; невысокий показатель фильтрации; хорошие смазывающие свойства [4, 6]. Недостатками, сдерживающими широкое применение данного типа растворов, являются: высокая стоимость, пожароопасность; трудность очистки от шлама и проведения электрометрических работ; экологическая вредность (токсичность, проблемы утилизации).

В последнее время, наибольший интерес представляют системы водных буровых растворов для первичного вскрытия на основе биополимеров. Главным преимуществом таких буровых растворов является способность образовывать высокоэффективные системы даже при небольших концентрациях биополимера. В свою очередь, биополимерные буровые растворы обладают хрупкой гелеобразной структурой, псевдопластичными свойствами, а также аномально высокой вязкостью при низких скоростях сдвига. В качестве биополимера, чаще всего, применяется высокоочищенный ксантан. Особенности данного полимера обеспечивают ряд преимуществ.

1) Высокие скорости проходки. Буровые промышленные жидкости на этой основе обладают уникальными псевдопластичными свойствами. Это свойство обеспечивает энергетически выгодные условия разрушения породы долотом и выноса шлама из-под зубьев, поскольку создается турбулентный режим выноса частиц и высокая «мгновенная фильтрация», способствующие эффективному разрушению породы.

2) Снижение гидравлических нагрузок на пласт.

3) Снижение скорости осаждения частиц выбуренной породы при остановках циркуляции, что обеспечивается за счет повышения вязкости системы из-за образования прочной межмолекулярной структуры биополимера.

4) Высокая эффективность очистки ствола скважины от шлама в горизонтальных скважинах, для которых характерны отложения шламовых «подушек» и «ддон».

5) Увеличение времени релаксации соответствует улучшению транспортирующей способности промывочной жидкости при проводке горизонтальных и сильно искривленных скважин.

6) Оказывает положительное влияние на сохранение фильтрационно-емкостных характеристик продуктивных горизонтов. Благодаря повышенной вязкости фильтрата такие растворы меньше проникают в пласт, обеспечивая тем самым небольшую зону обводнения [4, 6].

Сохранение проницаемости продуктивных пластов в таких системах прежде всего обеспечивается за счет применения кислоторастворимого коагулирующего агента и возможности удаления фильтрационной корки на этапе освоения.

В таблице представлены средние значения коэффициентов восстановления проницаемости для упомянутых выше типов растворов – глинистого, на углеводородной основе и биополимерного [1, 7].

Таблица

*Коэффициенты восстановления проницаемости различных систем буровых растворов*

| Буровой раствор          | Коэффициент восстановления проницаемости, $K_v$ |
|--------------------------|---|
| Глинистый                | 0,05-0,20                                       |
| На углеводородной основе | 0,60-0,90                                       |
| Биополимерный            | 0,30-0,45                                       |

Тем не менее, биополимерные буровые растворы для первичного вскрытия в качестве дисперсионной среды содержат водную фазу, которая в определенной степени оказывает негативное влияние на коллекторские свойства продуктивной зоны. Это проявляется в виде следующих основных механизмов: набухание глин, водное блокирование, коагуляция твердой фазой и образование нерастворимых осадков [3, 6].

Также важно отметить, что в процессе бурения, на буровые растворы первичного вскрытия воздействует множество негативных факторов, влияющих на свойства бурового раствора, что негативно сказывается на качестве первичного вскрытия продуктивных интервалов. Так, например, чрезмерное насыщение бурового раствора выбуренной породой оказывает значительное влияние на изменение плотности и вязкости, что в свою очередь приводит к ряду осложнений. К ним относится возникновение дополнительных гидравлических сопротивлений, а также увеличение гидростатического давления, что обуславливает повышенное противодействие на пласты и дальнейший риск гидроразрыва и поглощения. В результате поглощения бурового раствора или, исключительно, фильтрата в пласт, также можно отметить изменение параметров системы. Особое влияние на свойства и функциональность бурового раствора оказывает температура на забое, поскольку стабильность биополимерных систем при температурах, превышающих 100 С, значительно снижается, а также может наблюдаться полная или частичная деструкция биополимерных реагентов, входящих в состав технологической жидкости для первичного вскрытия. Также на свойства бурового раствора в значительной степени влияет изменение щёлочности среды. Например, при контакте с  $H_2S$  щёлочность среды бурового раствора снижается, что влияет на функции полимеров, находящихся в буровом растворе. Ухудшается структурно-реологический профиль раствора, увеличивается показатель фильтрации.

В связи с этим, важно контролировать ряд технологических параметров бурового раствора: структурно-реологические свойства, вязкость при низких скоростях сдвига, межфазное натяжение на границе раздела фаз, показатель фильтрации и т.д. Каждый из приведенных параметров характеризует и обуславливает тот или иной показатель функциональности компонентной системы и контролируется соответствующим оборудованием. В частности, для измерения динамического и статического напряжения сдвига используются вискозиметры, для измерения вязкости при низких скоростях сдвига – вискозиметр Brookfield, для оценки поверхностного натяжения – тензиометры, а для измерения показателя фильтрации – установка фильтр-пресса и др [4, 5].

В настоящее время, все соответствующие виды опытных и лабораторных исследований проводятся на базе Национального исследовательского Томского политехнического университета в научно-образовательном центре нефтегазовой химии и технологии (НОЦ НГХиТ), а их результативность обуславливается возможностью использования всего необходимого оборудования.

#### Литература

1. Вафин Р. М. Повышение качества вскрытия продуктивных пластов путем комплексного использования полисахаридов //Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология, нефтегазовое и горное дело. – 2011. – №. 1. – С. 47-52.
2. Кистер Э. Г. Химическая обработка бурового раствора / Э. Г. Кистер. – М.: Недра, 1972. – 320 с.
3. Кошелев В. Н. Научные и методические основы разработки и реализации технологии качественного вскрытия продуктивных пластов в различных геолого-технических условиях //дисс. д. т. н., Краснодар. – 2004.
4. Крецул В. В. Повышение качества первичного вскрытия продуктивных пластов горизонтальными скважинами (на примере месторождений Западной Сибири): дис. – Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) им. ИМ Губкина, 2003.
5. Курбанов Х. Н. Исследование и разработка биополимерных растворов для повышения эффективности первичного вскрытия продуктивных пластов: дис. – С.-Петербург. гос. ун-т, 2017.
6. Львова И. В. Разработка технологии создания эффективной гидродинамической связи продуктивного пласта со скважиной: дис. – Бугульм: [Татар. науч.-исслед. и проект. ин-т нефти ОАО "Татнефть"], 2004.
7. Нуцкова М. В. и др. Исследования буровых растворов на углеводородной основе для первичного вскрытия продуктивных пластов //Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология, нефтегазовое и горное дело. – 2019. – Т. 19. – №. 2. – С. 138-149.

8. Токунов В. И., Саушин А. З. Технологические жидкости и составы для повышения продуктивности нефтяных и газовых скважин. – 2004.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ДОБЫЧИ УРАНА НА УЧАСТКЕ С ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ОСЛОЖНЕНИЕМ НА ПРИМЕРЕ БЛОКА МЕСТОРОЖДЕНИЯ «ЮЖНЫЙ ИНКАЙ»

Бетчанов Д.М.

Научный руководитель профессор Е. Г. Язиков

*Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия*

Целью настоящих исследований стала оптимизация процесса добычи урановых залежей с геологическим осложнением северо-восточного участка месторождения «Южный Инкай».

Объектом исследования стал технологический блок № 103 (рис. 1), северо-восточного участка месторождения «Инкай» южный фланг.



*Рис. 1. Технологический блок № 103*

Месторождение «Южный Инкай» представляет собой место в юго-западной части Шу-Сарысуьской депрессии, входящее в состав Южно-Казахстанской области, где пьезометрический уровень напора пластовой воды достигает + 25 метров.

Обработка и добыча урановых руд на данном месторождении производится методом подземного скважинного выщелачивания (ПСВ).

Метод ПСВ - способ разработки рудных месторождений песчаникового типа без поднятия руды на поверхность путем избирательного перевода ионов урана в продуктивный раствор непосредственно в недрах. При этом ураносодержащая руда остается под землей в отличие от традиционных методов добычи (шахтный и карьерный).

Район месторождения представляет собой крупную эпикаледонскую структурную впадину. В геологическом строении депрессии участвуют образования трех структурных этажей: нижнего-складчатого Каледонского фундамента, среднего-промежуточного полуплатформенного и верхнего-мезозойско-кайнозойского платформенного чехла. Преимущественно, в исследуемом участке преобладают средне-мелкозернистые пески с прослоями глин.

На участке месторождения зачастую возникают осложнения этапов освоения и эксплуатации технологических скважин, на участках с преобладанием тонко и мелкозернистой литологической фракции в разрезе рудной толщи, выраженное в наличии непрекращающегося суффозионного выноса, что приводит к механической, химической и газовой кольтации технологических скважин. В следствии таких факторов в значительной степени возрастают эксплуатационные затраты из-за увеличения сроков обработки технологического блока и комплекса сопутствующих восстановительных работ.

Существующая технология сооружения технологических скважин позволяет сооружать скважины с применением гравийной обсыпки (рис. 2), которая способствует решению проблемы с кольтацией фильтров и предфильтровой зоны, но данная технология распространяема только для участков с пьезометрическим уровнем ниже поверхности земли, либо с наличием напора выше поверхности земли до первых 5 метров. Связанно это с тем, что технология проведения гравийной обсыпки подразумевает промывку затрубного пространства перед обсыпкой легким буровым раствором, что обеспечивает возможность загрузки гравийной обсыпки в затрубное пространство зоны фильтров. При промывке легким буровым раствором возникает вероятность создания разницы в давлении в стволе скважины и давления водоносного горизонта в направлении ствола скважины, этот фактор может создать движение пластовых вод в направлении ствола скважины и дальнейшего его распространения к поверхности. Такое явление приведет к пуску самоизлива с затрубного пространства и как следствие к прихвату бурового снаряда, что не позволяет производить работы по обсыпке и как следствие отсутствует методика предотвращать пескование скважин на участках с наличием самоизлива.