



MINISTRY OF SCIENCE AND EDUCATION
REPUBLIC OF AZERBAIJAN



**HEYDƏR ƏLİYEV VƏ AZƏRBAYCAN NEFT STRATEGİYASI:
Neft-Qaz Geologiyası və Geotexnologiyalarında İrəliləyişlər**

Beynəlxalq elmi-praktiki konfransın

MATERİALLARI

Bakı, 23 - 26 may 2023 il

PROCEEDINGS

of the International Scientific-Practical Conference

**HEYDAR ALIYEV AND AZERBAIJAN OIL STRATEGY:
Advances in Oil and Gas Geology and Geotechnologies**

Baku, May 23 - 26, 2023

СБОРНИК ТРУДОВ

научно-практической конференции

**“ГЕЙДАР АЛИЕВ И НЕФТЯНАЯ СТРАТЕГИЯ АЗЕРБАЙДЖАНА:
Достижения Нефтегазовой Геологии и Геотехнологий”**

Баку, 23 - 26 мая 2023 г.



MINISTRY OF SCIENCE AND EDUCATION
REPUBLIC OF AZERBAIJAN



**HEYDƏR ƏLİYEV VƏ AZƏRBAYCAN NEFT STRATEGİYASI:
Neft-qaz Geologiyası və Geotexnologiyalarında irəliləyişlər**

**HEYDAR ALIYEV AND AZERBAIJAN OIL STRATEGY:
Advances in Oil and Gas Geology and Geotechnologies**

**ГЕЙДАР АЛИЕВ И НЕФТЯНАЯ СТРАТЕГИЯ
АЗЕРБАЙДЖАНА:
Достижения Нефтегазовой Геологии и Геотехнологий**

BAKİ – 2023

The International Scientific and Practical Conference
"Heydar Aliyev and Azerbaijan oil strategy: Advances in oil and gas geology and geotechnologies"
Baku, Azerbaijan, May 23-26, 2023



гидромеханических), располагаемых непосредственно над местом прихвата и создающих непрерывное длительное воздействие на прихваченную часть колонны бурильных труб; сокращение времени неподвижного контакта колонны со стенками скважины в прихватоопасной зоне; установка меток RFID - автоматическая идентификация бурильных труб посредством радиосигналов считываются или записываются данные, хранящиеся в устройствах-транспондерах. Метка устанавливается в тело бурильного замка со стороны ниппеля методом запрессовывания, что не влияет на усталость и прочностные характеристики. Преимущества внедрения и использования RFID на бурильных трубах БТ: определение точного положения БТ в скважине, усталостных нагрузок, сокращение затрат на дефектоскопию и ремонт, увеличение срока использования БТ, предупреждение об аварийности.

Выводы

Проведенный анализ непредвиденных нарушений непрерывности процесса бурения скважин, требующих для их ликвидации проведения дополнительных операций, не предусмотренных проектом, показал, что 40 - 42 % от общего числа составляют прихваты бурильных и обсадных колонн. Ликвидация прихвата требует значительных затрат времени и финансовых средств. Последовательно отвечая на вопросы по движению колонны и характеру циркуляции можно опередить вид прихвата. Предложено условие для освобождения прихваченной бурильной колонны по допустимой величине натяжения колонн и рабочего натяжения, учитывающее геометрические параметры и прочностные свойства материала колонн. Установлена верхняя граница прихвата при проходке наклонных и горизонтальных скважин свободной части колонн по упругому удлинению, растягивающей нагрузке, собственного веса для одно- и многосекционных колонн. Разработан алгоритм определения вида прихвата, последовательности действий при ликвидации прихвата бурильной колонны и представлены перспективные направления предупреждения прихватов колонн бурильных и обсадных труб при бурении скважин.

Библиография

1. Сулейманов, Э. М., Новрузова, С.Г., Алиев И.Н., Гадашова Э.В. (2022) Оценка влияния пластового флюида на возникновение прихватов бурильных и обсадных колонн под действием перепада давлений. SOCAR Proceedings, 4, 017-020 DOI: 10.5510/OGP20220400778
2. Корабельников М.Т., Бастриков, С.Н. Аксенова, Н.А. (2021) Техническое решение по снижению затрат на ликвидацию прихватов бурильной колонны в скважине. SOCAR Proceedings Special, 2, 047-051 DOI: 10.5510/OGP2021SI200555

Features of elimination of unforeseen violations during well drilling

Ivanova T.N.

Udmurt State University, Tchaikovsky branch of Perm
National Research Polytechnic University
E-mail: tatnic2013@yandex.ru

Summary

The analysis of unforeseen violations of the continuity of the drilling process, requiring additional operations not provided for by the project to eliminate them, showed that 40 - 42% of the total number are tacks of drill and casing strings. The elimination of the seizure requires significant time and financial resources.



Consistently answering questions about the movement of the column and the nature of circulation, you can get ahead of the type of tack. A condition is proposed for the release of the seized drill string according to the permissible value of the tension of the columns and the working tension, taking into account the geometric parameters and strength properties of the material of the columns. The upper limit of the grip during the penetration of inclined and horizontal wells of the free part of the columns by elastic elongation, tensile load, own weight for single and multi-section columns is established. Algorithms are given for determining the type of tack and the sequence of actions when eliminating the tack of the drill string.

Keywords: Column, pipe, tack, drilling, actions

Лабораторное изучение возможности применения самонастраивающихся кислотных составов для интенсификации процессов добычи в карбонатных коллекторах

Маннанов И.И.¹, Ганиева Г.Р.^{1*}

¹ФГАО ВО «Казанский (Приволжский) федеральный университет»,
НЦМУ «Рациональное освоение запасов жидких углеводородов планеты»
E-mail: ildarmannanov@mail.ru

Аннотация

Одной из задач разработки месторождений в карбонатных коллекторах является интенсификация процессов добычи с применением кислотных композиций. Особенно актуальна данная проблема при разработке низкопроницаемых сильно дифференцированных карбонатных коллекторов. В работе представлены результаты лабораторного изучения самонастраивающихся (самоотклоняющихся) кислотных композиций на основе комплекса исследований, сочетающих изучение кинетики процесса взаимодействия кислоты с породой и моделирование кислотной обработки на фильтрационной установке. В результате экспериментов лабораторно подтверждена эффективность использования самоотклоняющихся кислотных композиций, за счет охвата воздействием образцов керна и формирования разветвленной сети червоточин фильтрации.

Ключевые слова: Самоотклоняющиеся кислотные составы, кинетика взаимодействия, фильтрационные испытания, эффективность технологии, дифференцированность свойств коллектора, кислотная обработка, восстановление проницаемости, обработка призабойной зоны пласта.

Введение

В карбонатных коллекторах по различным оценкам мировые запасы углеводородов составляют от 38-48% до 50-60%. Характерной особенностью разработки месторождений карбонатных коллекторов является сложность управления процессами фильтрации обусловленной структурой пустотного пространства матрицы карбонатных пород коллекторов.

В составе пустотного пространства по геометрическим критериям могут быть выделены: пористость (межзерновая пористость), кавернозность (межагрегатная пористость), трещиноватость. В карбонатных породах могут встречаться различные сочетания видов пустотного пространства: порово-кавернозные, порово-трещиноватые, поровокавернозно-трещиноватые и другие коллекторы [1].

Сильная дифференцированность свойств коллектора создает определенные сложности в выполнении традиционных для разработки карбонатных коллекторов технологий кислотного воздействия на пласты. Карбонатные минералы активно взаимодействуют с большинством неорганических и органических кислот. Традиционно, для кислотных обработок применяются растворы соляной



кислоты с концентрацией 10–15 %, что связано с ее высокой растворяющей способностью и низкой стоимостью.

С целью проведения кислотных обработок продуктивных пластов применяют сложные композиции на основе соляной кислоты с различными компонентами, позволяющими регулировать свойства. Использование отклоняющих агентов при солянокислотной обработке нередко становится необходимым условием для успешного проведения обработки призабойной зоны.

Перспективным направлением совершенствования кислотных обработок является применение самоотклоняющиеся кислотных составов. Принцип применения подобных композиций основан на способности состава при нейтрализации кислоты при взаимодействии с породой изменять реологию, и как следствие, создавать условия для перераспределения последующих порций композиции в менее проницаемые участки. В результате достигается более равномерная обработка по объему с созданием сети каналов-червоточин [2,3].

Самоотклоняющийся кислотный состав позволяет многократно увеличивать вязкость в ходе реакции с карбонатной породой пласта. Во время контакта кислоты с породой, кислота нейтрализуется, образуется хлористый кальций и повышается pH, состав композиции начинает превращаться в гель и образовывать новый вязкостный барьер. Вязкость геля снижается по мере нейтрализации кислоты, а также при контакте с углеводородами, что исключает вероятность повреждения фильтрационных характеристик призабойной зоны [4].

Характерной особенностью применения самоотклоняющихся кислотных составов является замедление реакции в сравнении с традиционными составами, что также характеризует избирательность воздействия кислоты на карбонатный коллектор [5].

Целью данной работы является лабораторная оценка возможности применения настраиваемых систем, дифференцирующих степень вовлечения карбонатного коллектора в процесс кислотного взаимодействия за счет самонастраиваемой реологии кислотных композиций.

Метод (и/или Теория)

Первый этап выполнения исследований предусматривал оценку кинетики растворения карбонатных пород с применением волюметрической установки, позволяющей по динамике выделения продуктов реакции оценить кинетические показатели реакции (рисунок 1). Целью выполнения данных исследований являлось получение константы реакции породы и кислоты для выбора потенциального дизайна фильтрационного эксперимента.

В работе выполнены исследования в условиях, при которых частицы минерала взвешены в растворе кислоты и результаты кинетического растворения образцов карбонатных пород в кислотных составах с целью установления кинетических закономерностей были изучены на основе химической кинетики Аврами-Колмогорова-Ерофеева (1):

$$\alpha = 1 - \exp(-k\tau^n) \quad (1)$$

α - изменение массы карбонатной породы при взаимодействии с соляной кислотой;

τ - время обработки базовыми и модифицированными составами кислотных композиций;

k - коэффициент характеризующий константу скорости убыли массы образца при обработке базовыми и модифицированными составами кислотных композиций;



n - коэффициент при временном параметре в уравнении Авраами-Колмогорова-Ерофеева.

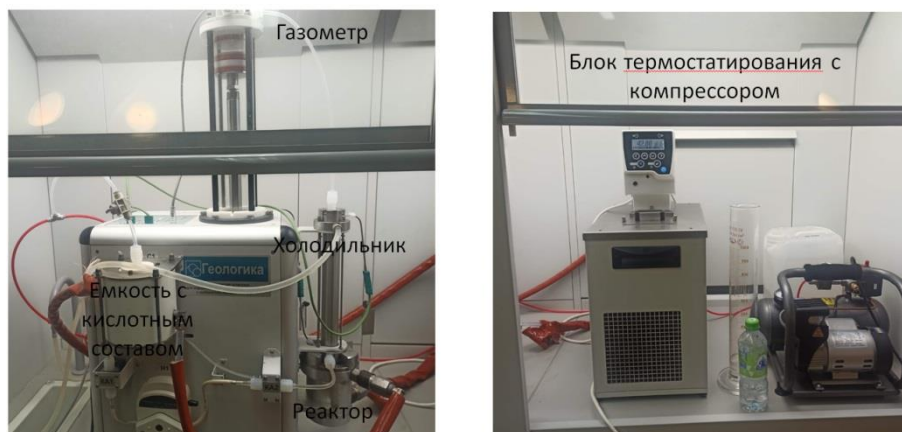


Рисунок 1. Волуметрическая установка

Исследования предполагают, что «зародышем» продукта реакции является формирующаяся на поверхности раздела реагирующих фаз глобула CO_2 , т.е. происходит многостадийное зародышеобразование при реакции с карбонатной породой и выделении глобул углекислого газа.

Полученное при обработке результатов эксперимента решение для кинетики процесса кислотного растворения в дальнейшем было использовано для физического моделирования процесса обработки, т.е. выбора оптимальной скорости закачки кислотного состава и составления дизайна фильтрационного эксперимента.

Фильтрационные исследования являются экспресс оценкой эффективности обработки кислотными композициями и совместимости кислоты с пластовыми флюидами.

Оценка изменения проницаемости пород производилась по характеристике процесса вытеснения: расчету проницаемости пород и визуальному наблюдению продуктов фильтрации из образца керна в кернодержателе.

Методика проведения фильтрационных экспериментов предусматривает следующую последовательность операций при физическом моделировании химического имитационного воздействия кислотных композиций: сборка кернодержателя, помещение кернов кернодержатель (манжет); подготовка стандартных кернов их насыщение: измерение пористости, проницаемости.

Ключевыми показателями имитации кислотного воздействия на образцы керна материала, определяющими форму червоточин и эффективность изменения проницаемости, являются скорость закачки раствора кислоты в образец карбонатного керна, объем и свойства кислотного состава. В зависимости от скорости закачки диапазон форм червоточин может изменяться от однородных пустот во входящем торце вблизи области закачки (полное растворение карбонатной матрицы) при низких скоростях фильтрации до сильно разветвленных структур при высоких скоростях закачки. Взаимное влияние процессов переноса кислоты и химической реакции, определяет нестабильное поведение червоточин.

Учет кинетики растворения минеральной составляющей в породе позволяет детализировать дизайн лабораторного эксперимента с учетом оптимальной скорости ввода кислотного состава и скорости реакции в соответствии с числом Дамкеллера.



Обсуждение результатов

Исследования проводились в пластовых условиях. В фильтрационной установке параллельно тестировались композиции на основе соляной кислоты:

- 1) Кислотная система с присадками и концентрацией HCl 17%;
- 2) Кислотная самонастраивающаяся система с концентрацией HCl 17%.

Расчетное значение расхода кислотной композиции с учетом скорости реакции принималось равным для тестирования различных кислот 0,5 до 1 мл/мин с учетом константы реакции.

С целью изучения влияния объема кислотной композиции на создание сквозного протравленного канала фильтрации через образец зерна была проведена серия тестовых экспериментов.

Серия тестовых экспериментов предполагала фильтрацию кислотной композиции через образец зерна последовательно по 0,1 от порового объема образца до прорыва кислоты и кратного увеличения проницаемости.

В процессе закачки кислотного состава фиксировалась динамика перепадов давлений закачки и изменение проницаемости на каждом из этапов обработки. После каждого из этапов торцы образца зерна промывались, и образец насыщался нефтью до стационарного режима с последующим определением проницаемости. Образовавшийся кислотный канал при фиксированной скорости фильтрации составил 0,3 порового объема.

По проведенным фильтрационным исследованиям можно отметить, что прорыв происходит при разных объемах закачки кислотных композиций. Характер изменения давления в целом характеризует идентичные условия фильтрации, как нефти, так и кислотного состава. Значения перепадов давления изменяются не значительно. Реологическое поведение жидкостей в пределах рассматриваемого времени в имитационных моделирующих пластовых условиях изменяется не значительно.

По оценкам формирования червоточин в ходе исследования дизайна обработки с самоотклоняющимся составом наблюдается образование дополнительных каналов фильтрации на торце зерна. При дизайне фильтрационных каналов с кислотой с присадками на торце зерна наблюдается формирование единичного канала.

В результате анализа зерновых образцов после проведения фильтрационных исследований при обработке с самоотклоняющимся составом наблюдается образование доминантных червоточин. Самоотклоняющийся состав в отличие от традиционной кислотной обработки замедляет скорость реакции с породой, константа которой заметно ниже, чем у композиции соляной кислоты, что способствует формированию дополнительных флюидопроводящих каналов.

Благодарности

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по договору № 075–15-2022-299 в рамках программы развития научного центра мирового уровня «Рациональное освоение запасов жидких углеводородов планеты».

Выводы

Таким образом, в ходе моделирования кислотного воздействия в условиях, приближенных к пластовым на фильтрационной установке был выбран метод, сочетающий в себе комплексное последовательное применение исследуемых кислотных составов. При тестировании кислотного