

Курбанова К.Р.,

студент

2 курс, факультет «Горно-нефтяной»

Уфимский государственный нефтяной технический университет

Россия, г. Уфа

ОБЗОР МЕТОДИК ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОЛЕОТЛОЖЕНИЙ

***Аннотация:** В статье рассматривается проблема выпадения солей при эксплуатации нефтяных скважин. Прогнозирование солеотложений – важный этап в повышении эффективности добычи нефти и уменьшении затрат. Рассмотрены основные методики прогноза выпадения солей.*

***Ключевые слова:** осложнения, солеотложения, выпадение солей, прогнозирование солеотложений.*

***Annotation:** The article deals with the problem of salt precipitation during the operation of oil wells. Scale forecasting is an important step in improving the efficiency of oil production and reducing costs. The main methods of forecasting salt precipitation are considered.*

***Key words:** complications, scaling, salt precipitation, scaling prediction.*

Процесс добычи наиболее часто сопровождается выпадением карбонатных и сульфатных солей, что приводит к падению уровня добычи, а также дополнительным материальным затратам для борьбы с осложнениями.

Наиболее эффективным решением проблемы образования солей в скважинах является прогнозирование солеотложений, благодаря которому появляется возможность определить участки с наиболее высоким риском выпадения солей. Методики прогноза зависят от типа солевых отложений.

Прогнозирование образования сульфатных солей. Из сульфатных солей наиболее распространенным является гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), который при высоких температурах проявляется в модификации бассанита ($\text{CaSO}_4 \cdot 0.5\text{H}_2\text{O}$) и ангидрита (CaSO_4). Менее распространенными, но более трудноудаляемыми солями являются барит (BaSO_4) и целестин (SrSO_4).

Методики Э.Е. Лондона и А.Дж. Остроффа используют оценку насыщения вод сульфатом кальция по сульфат-иону на основании экспериментальных данных, однако данная оценка является приближенной.

Метод на основе теории Дебая и Гюккеля основывается на сравнении произведения растворимости сульфата кальция при равновесном состоянии с произведением активных концентраций ионов Ca^{2+} и SO_4^{2-} [1]. В методике Зверева [2] используется номограмма для определения насыщения природных вод гипсом в зависимости от температуры. Метод Скилмэна-МакДональда-Стиффа [1] основан на определении константы растворимости, графический метод Чистовского [3] предполагает прогноз образования сульфатов с учетом минерализации раствора. Неудобство данных методов - ограничения ввиду узких диапазонов давлений, температур и компонентного состава растворов, экспериментальные константы применительны в конкретных условиях разработки.

Методика расчета солеотложений, предложенная Ю.В. Антипиным и М.Д. Валеевым [4] позволяет определить начало появления солей в НКТ с учетом скорости движения жидкости. Значения фактического коэффициента стабильности воды сравниваются с критическим. Метод ВНИГНИ основан на зависимости предельного насыщения воды, закачиваемой в пласт для поддержания пластового давления, сульфат-ионом от его концентрации. Зависимость построена по данным анализа 1100 проб воды 15-ти месторождений Оренбургской, Самарской, Пермской областей, Татарстана и Башкортостана.

Дж.Е. Оддо и М.В. Томсон предложили осуществлять оценку возможного выпадения сульфатных солей в нефтяных и газовых скважинах по индексу насыщения [1]. Данный метод позволяет прогнозировать отложение сульфатных солей, образующихся при добыче нефти, на основе аналитических расчетов без применения номограмм.

Прогнозирование образования карбонатных солей. В отличие от сульфатных солей выпадение карбонатов, в частности – наиболее распространенного карбоната кальция, определяется наличием диоксида углерода (CO_2), что значительно осложняет прогноз. Диоксид углерода растворяется в воде с образованием угольной кислоты (H_2CO_3), которая в свою очередь диссоциирует с образованием солеобразующих гидрокарбонатного иона – HCO_3^- (по первой ступени диссоциации) и карбонатного иона – CO_3^{2-} (по второй ступени диссоциации).

Соотношение между ионами HCO_3^- , CO_3^{2-} , Ca^{2+} , H^+ и H_2CO_3 , влияющими на кальцитообразование, определяется константами диссоциации угольной кислоты первой и второй ступени, а также произведением растворимости. Для количественной оценки этого процесса существуют различные методики расчета [1].

В методике Х.А. Стиффа и Л.Е. Дэвиса [5] для расчета величины равновесного насыщения воды карбонатом кальция предложено ввести константу, зависимую от ионной силы раствора и температуры. Промысловая практика показала, что данная оценка кальцитоотложения из попутно добываемой воды имеет приблизительный характер.

В методиках прогнозирования отложения карбонатных солей, основанных на теории ионного строения растворов Дебая и Гюккеля, сравниваются произведение растворимости карбоната кальция для раствора с произведением его растворимостью, соответствующим равновесному состоянию раствора при заданных значения давления и температуры.

Произведение растворимости при равновесном состоянии раствора определяется экспериментально.

По методу Г.П. Волобуева и Л.Е. Сокирко [1] прогнозная оценка выпадения карбоната кальция осуществляется по зависимости растворимости карбоната кальция от минерализации раствора и концентрации растворенном в воде углекислом газе.

По методу А.Ю. Намиота [6] строятся прогнозные кривые, соответствующие условиям выпадения карбоната кальция, на основе расчета молярной концентрации углекислого газа в воде, при которой начинает образовываться осадок. Фактическое содержание углекислого газа предложено определять по константам фазового равновесия.

Данные методики основаны на использовании в расчетах экспериментальных констант, определяющих условия солеобразования. Их значения определены для конкретного нефтегазового региона или представлены в узком диапазоне давлений, температур и химического состава пластовой воды.

В методике Дж.Е. Оддо и М.В. Томсона [1] рассматриваются случаи выпадения карбоната кальция из раствора при движении водонефтяного потока с газовой фазой и при ее отсутствии. Оценка осуществляется на основе определения индекса насыщения карбонатом кальция. При положительных значениях предполагается выпадение осадка, при отрицательных – раствор с дефицитом насыщения карбоната кальция и осадок не выпадает. Анализ и сравнение существующих аналитических методов прогнозирования солеобразования показал высокую сходимость с фактическими данными с уточненными коэффициентами для основных нефтегазовых провинций России [7]. Данная методика является наиболее универсальной.

Использованные источники:

1. Кашавцев В.Е., Мищенко И.Т. Солеобразование при добыче нефти.– М.: 2004.– 432с.
2. Зверев В.П. Гидрохимические исследования системы гипсы – подземные воды. – М.: Изд-во Наука, 1967. – 100с.
3. Чистовский А.И. Оценка возможности выпадения сульфатов стронция и бария при заводнении залежей пресными водами // Геология нефти и газа. 1976, №6, – С. 59-63.
4. Антипин Ю.В., Валеев М.Д., Сыртланов А.Ш. Предупреждение осложнений при добыче обводненной нефти // Уфа: Башкнигоиздат. 1987. – 167с.
5. Stiff H.A., Davis Jr.L.E. Метод прогнозирования склонности воды нефтяных полей к образованию отложений карбоната кальция // Petroleum Trans. – 1952. – AIME 195. – P. 213.
6. Намиот А.Ю., Губкина Г.Ф. Условия выпадения карбоната кальция при эксплуатации скважин // Добыча нефти: Сб. Науч. Тр. ВНИИ. М., 1977. – Вып.63. – С. 41-48.
7. Вербицкий В.С., Цой О.А., Сулейманов М.А. Механизм образования солей в проточных каналах центробежного насоса при откачке многофазных сред // Neftegaz.RU. 2023, №3, – С. 40-48.