

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ОБРАБОТКЕ ОБРАЗЦОВ ТЕРРИГЕННЫХ ПОРОД КИСЛОТНЫМИ СОСТАВАМИ

Г. В. Плюснин

Пермский государственный технический университет

Приведены результаты лабораторных исследований по обработке образцов терригенных горных пород трехкомпонентными кислотными составами.

Качество вскрытия продуктивного пласта при строительстве и освоении скважин определяется степенью изменения фильтрационных характеристик пород в призабойной зоне (ПЗП) по отношению к значениям этих показателей для естественного состояния пласта. Количественно изменение фильтрационных характеристик (проницаемость, гидропроводность) ПЗП оценивается отношением коэффициента продуктивности (КП) для освоенной скважины к потенциально возможному значению этого коэффициента. Потенциальный КП может быть определен по данным гидродинамических исследований скважин при неустановившихся режимах (КВД) с учетом гидродинамического совершенства скважин [1]. При существующих технологиях вскрытия пластов фактическая продуктивность скважин редко превышает 50–70 % потенциальной продуктивности, а для низкопроницаемых коллекторов этот показатель снижается до 25–50 % [2].

По данным геофизических исследований фильтрат буровых растворов проникает в продуктивный пласт на расстояние до 0,8 м [3]. Взаимодействие фильтрата с пластовыми флюидами и горными породами на поверхностях каналов фильтрации приводит к тому, что после освоения скважин в притоке жидкости или газа в добывающих сква-

жинах участвует от 30 до 70 % перфорированной толщины пласта. Для удаления продуктов взаимодействия из пласта приходится создавать при освоении скважин высокие депрессии, достигающие 4–5 МПа для высокопроницаемых и более 10 МПа для низкопроницаемых коллекторов. Высокие депрессии невозможно создать с помощью применяемых при освоении скважин компрессорных установок типа СД-9/101.

Вопрос о качестве вскрытия пластов особенно актуален для скважин с горизонтальными проложениями, когда значительно увеличивается продолжительность периода контактирования буровых растворов с нефте- или газонасыщенными породами и кратно возрастает площадь поверхности фильтрации стенок скважин в продуктивном пласте.

Объективную информацию о качестве вскрытия пласта и фильтрационных характеристиках его прискважинных зон можно получить по данным комплексных лабораторных и промысловых исследований. Сочетание лабораторных данных по исследованию восстановления проницаемости естественных образцов керна с геофизической оценкой параметров пласта и гидродинамическими исследованиями позволяет выявлять причины ухудшения состояния ПЗП. Состояние прискважинных зон пласта может ухудшаться и в процессе эксплуатации скважин.

Распространенной технологией, применяемой при освоении и эксплуатации скважин и направленной на восстановление и увеличение фильтрационных свойств горных пород, является кислотное воздействие на призабойную зону. При кислотных обработках терригенных коллекторов с применением фторсодержащих кислот рекомендуется проводить предварительную закачку в качестве буфера соляной кислоты, так как твердая фаза бурового раствора, цемент терригенного пласта и кольматирующая каналы фильтрации твердая фаза содержат в своем составе CaCO_3 и MgCO_3 ,

а также каолинит. Соляная кислота поставляется с содержанием в ней железа не более 0,02–0,03 %, но в процессе хранения и закачки раствора в пласт массовая доля железа может увеличиться до 0,1–0,5 %. После нейтрализации кислоты до $\text{pH}=4,1$ хлорное железо гидролизуеться и выпадает из раствора в виде аморфного осадка гидроокиси железа, что приводит к снижению проницаемости в низкопроницаемых коллекторах. Для предотвращения выпадения в осадок гидрооксида железа в раствор соляной кислоты вводится в качестве стабилизатора уксусная кислота (CH_3COOH) в количестве до 3–5 %.

Применение фторсодержащих кислот для воздействия на призабойную зону с терригенными коллекторами обосновывается их способностью хорошо растворять алюмосиликатные минералы, составляющие основу этих коллекторов. Удельная поверхность фильтрации в низкопроницаемых коллекторах в несколько раз больше, чем в высокопроницаемых, поэтому нейтрализация закачиваемых в низкопроницаемую пористую среду фторсодержащих кислот ускоряется. Добавки в кислотные растворы уксусной кислоты, являющейся замедлителем скорости реакции, увеличивает проникающую способность растворов при фильтрации в терригенных породах.

Лабораторные исследования по обработке образцов горных пород различными кислотными составами, включающими HCl , HF и CH_3COOH , проведены на установке УИПК-1М с использованием низко- и среднепроницаемых образцов керна, отобранных из терригенных отложений тульской и бобриковской залежей нефти Ольховского, Чашкинского и Уньвинского месторождений. Закачка жидкостей велась при расходе, близком к реальному при обработках скважин.

Последовательность проведения опытов включала:

- определение начальной проницаемости образца по пластовой жидкости (воде);
- прокачку реагента (кислотного раствора) через образец керна;

- выдержку раствора на реакции;
- определение проницаемости образца после кислотной обработки.

Время реакции растворов с породой устанавливалось по давлению в герметично закрытом кернодержателе (до достижения установившихся показаний манометра).

Результаты лабораторных опытов

№ п. п.	№ образца керна	Размеры образца, мм		Состав кислотного раствора	Объем закачанного раствора, мл	Проницаемость образца, $\text{мкм}^2 \cdot 10^{-3}$		K_2/K_1
		длина	диаметр			до обработки, K_1	после обработки, K_2	
1	1091 н	26,7	25,8	15%-HCl+ 10%-HF+ 3%- CH ₃ COOH	2	17,32	17,09	0,99
2	512н	28,2	26	15%-HCl+ 10%-HF+ 3%- CH ₃ COOH	2	108,76	99,75	0,92
3	1565	28,2	26	15%-HCl+ 10%-HF+ 3%- CH ₃ COOH	10	11,5	38,6	3,36
4	582	21,7	26	15%-HCl+ 10%-HF+ 3%- CH ₃ COOH	10	132	161,44	1,22
5	573	25,5	26	15%-HCl+ 10%-HF+ 3%- CH ₃ COOH	20	150,35	233,05	1,55

Результаты лабораторных исследований приведены в таблице. По приведенным данным можно сделать следующие выводы:

- прокачка трехкомпонентного кислотного состава через образцы керна в объеме, примерно соответствующем поровому

объему образцов (опыты № 1, 2), не обеспечивает увеличения проницаемости породы;

- прокачка кислотного состава в объеме, примерно в 5 раз превышающем поровый объем породы, приводит к увеличению ее проницаемости, причем в большей степени для низкопроницаемых образцов (опыты № 3, 4);

- с увеличением объема прокачиваемого через образцы кислотного раствора проницаемость породы увеличивается.

Список литературы

1. Войтенко М. А., О методике анализа кривых восстановления давления в скважинах / 3 авт. // Материалы XXXIII научно-практической конференции ГНФ ПГТУ. – Пермь, 2004. – С. 144–146.

2. Кошелев В. Н. Научные и методические основы разработки и реализации технологии качественного вскрытия продуктивных пластов в различных геолого-технических условиях: дис. ... д-ра техн. наук. – Краснодар, 2004. – 403 с.

3. Предеин А. П. Основные направления совершенствования технологии бурения и исследования пологих скважин с горизонтальными участками стволов в пределах Верхнекамского месторождения калийных солей / 3 авт. // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2006. – № 6.

Получено 07.12.06.