



УДК 622.24

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КИСЛОТНОГО РАЗРУШЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ КОРОК И УЧАСТКА КОЛЬМАТАЦИИ КИСЛОТНОЙ ОБРАБОТКОЙ

RESEARCH OF PROCESS OF ACID DESTRUCTION OF FILTRATIONAL CRUSTS AND SITE OF A KOLMATATION ACID PROCESSING

Сулейменов Нуржан Султанулы
старший преподаватель кафедры
«Нефтегазовый инжиниринг»,
Кызылординский государственный университет
имени Коркыт Ата
nurzhan_suleymen@mail.ru

Suleymenov Nurzhan Sultanula
Senior teacher of Oil
and Gas Engineering department,
Kyzylorda state university of Korqyt At
nurzhan_suleymen@mail.ru

Аннотация. Рассматривается технология первичного вскрытия продуктивного пласта, обеспечивающая при освоении скважины восстановление проницаемости.

Annotation. The technology of initial autopsy of productive layer providing restoration of permeability at development of the well is considered.

Ключевые слова: призабойная зона пласта, продуктивный пласт, глинистая корка, вскрытие бурением, удаления глинистой корки, кислоторастворимые наполнители.

Keywords: bottomhole zone of layer, productive layer, clay crust, opening by drilling, removals of a clay crust, acidsoluble fillers.

Самым простым способом удаления фильтрационной корки, в составе которой имеются кислоторастворимые компоненты, является установка кислотных ванн [1]. Известняк, сидерит, целестин и др. при взаимодействии с кислотой эффективно разрушают структуру глинистой корки, облегчая её срыв с поверхности коллектора.

Оптимизируя состав корки с кислоторастворимыми наполнителями необходимо сохранить приемлемые фильтрационные и коркообразующие свойства раствора и, с другой стороны, обеспечить эффективное разрушение структуры корки при взаимодействии наполнителя с кислотой.

Формирование глинистых корок и фильтрация кислотного раствора производились вакуумным способом при перепаде давления в 0,1 МПа.

Перед обработкой кислотой с поверхности ФК смывались водой остатки глинистой суспензии.

При проведении эксперимента концентрация кислотных композиций составляла 11, 15 и 20 %.

Как правило [2], взаимодействие кислоты с коркой происходит в два этапа. Первый этап – «скрытая» фаза реакции, при которой скорость фильтрации кислоты через корку (*объем фильтра, выделяющийся за определенны промежуток времени*) имеет прямопропорциональную зависимость. Второй этап – это фаза активного взаимодействия кислоты с ФК, которая характеризуется отклонением от прямолинейной зависимости этапа 1. С ростом концентрации кислоты продолжительность «скрытой» фазы реакции уменьшается. Так, в условиях нашего эксперимента для 20 % соляной кислоты время скрытой фазы реакции составляет порядка около 2,5–4,5 мин., а для 11 % кислоты этот период составляет 10–15 мин.

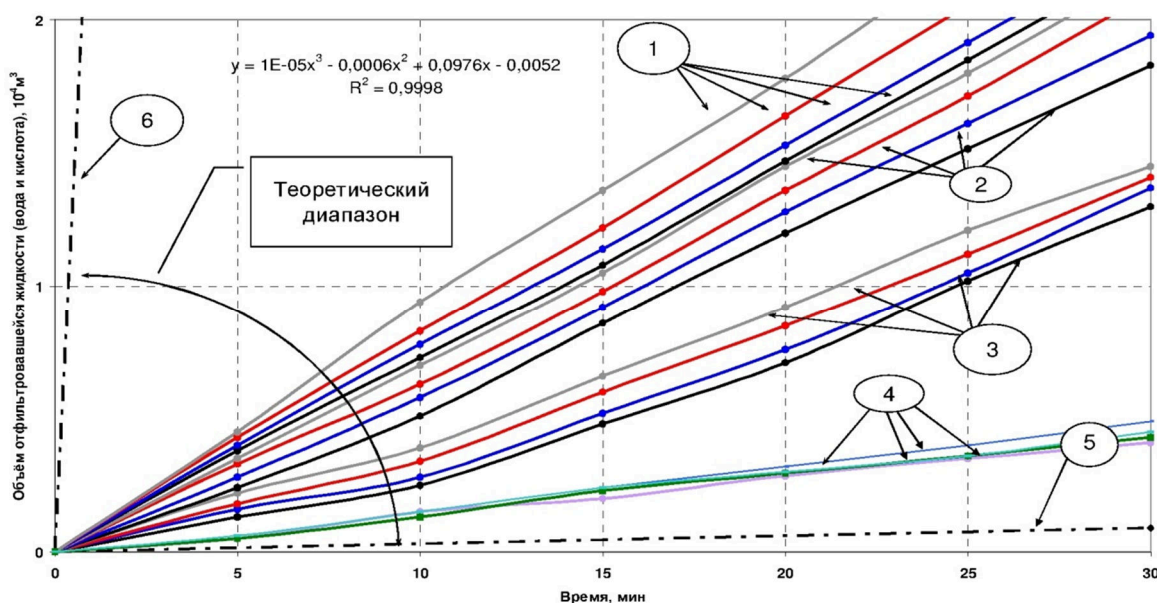


Рисунок 1 – Влияние продолжительности воздействия соляной кислоты различной концентрации на фильтрацию через корки с наполнителем 0,075 г/см³

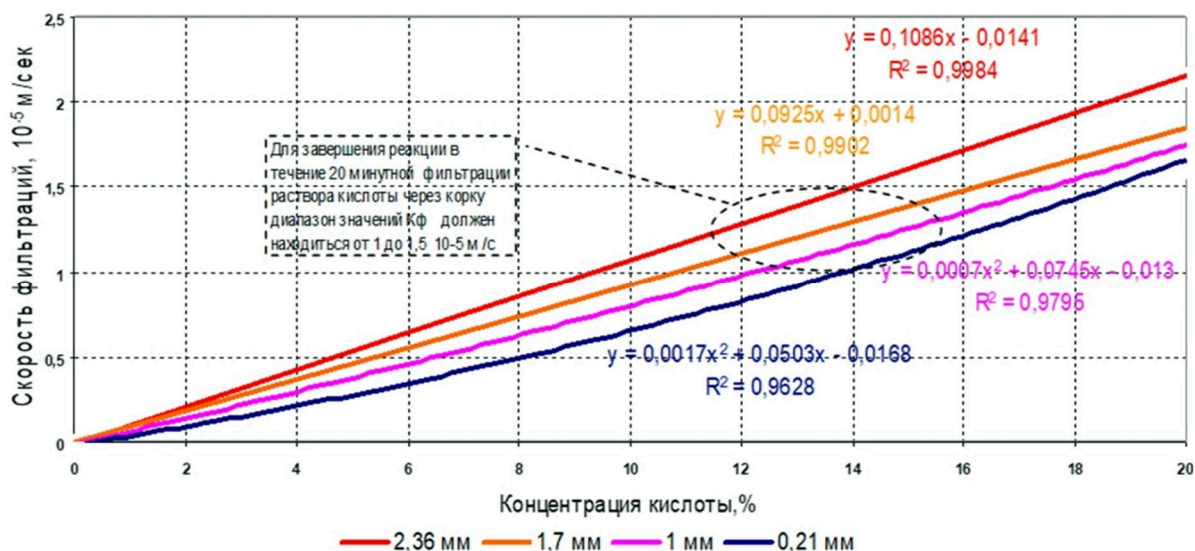


Рисунок 2 – Зависимость скорости фильтрации через корку с наполнителем от концентрации кислоты

Размер частиц соответственно $\leq 0,21$ мм; ≤ 1 мм; $\leq 1,7$ мм; $\leq 2,36$ мм на графике увеличение размера частиц – снизу-вверх (известняк), $-0,1$ мм; $0,2-0,63$ мм (кварцевый песчаник) и не обработанный кварцевый песчаник $0,2$ мм; 1 мм; $1,7$ мм. $1-20$ % соляной кислоты; $2-15$ % соляной кислоты; $3-11$ % соляной кислоты; 4 – воздействия 15 % соляной кислотой на корку обогащенный кварцевым песчаником 5 – фильтрация воды через глинистую корку без наполнителя (предельно низкая скорость фильтрации воды в эксперименте); 6 – фильтрация воды без глинистой корки (предельно высокая скорость фильтрации воды в эксперименте).

На скорость растворения карбоната кальция в кислоте влияют: температура; концентрация кислоты; перепад давления; дисперсность растворяемого вещества.

В эксперименте изменялись дисперсность и концентрация наполнителя в глинистых корках.

С учётом стехиометрического соотношения в реакции растворения карбоната кальция в соляной кислоте (для полного растворения 1 г CaCO_3 необходимо $4,5$ см³ 15 % HCl) и для завершения реакции в течение 20 минутной фильтрации раствора кислоты через корку диапазон значений Π_k должен находиться в пределах от $0,9$ до $0,5 \cdot 10^5$ с/м (рис. 3).

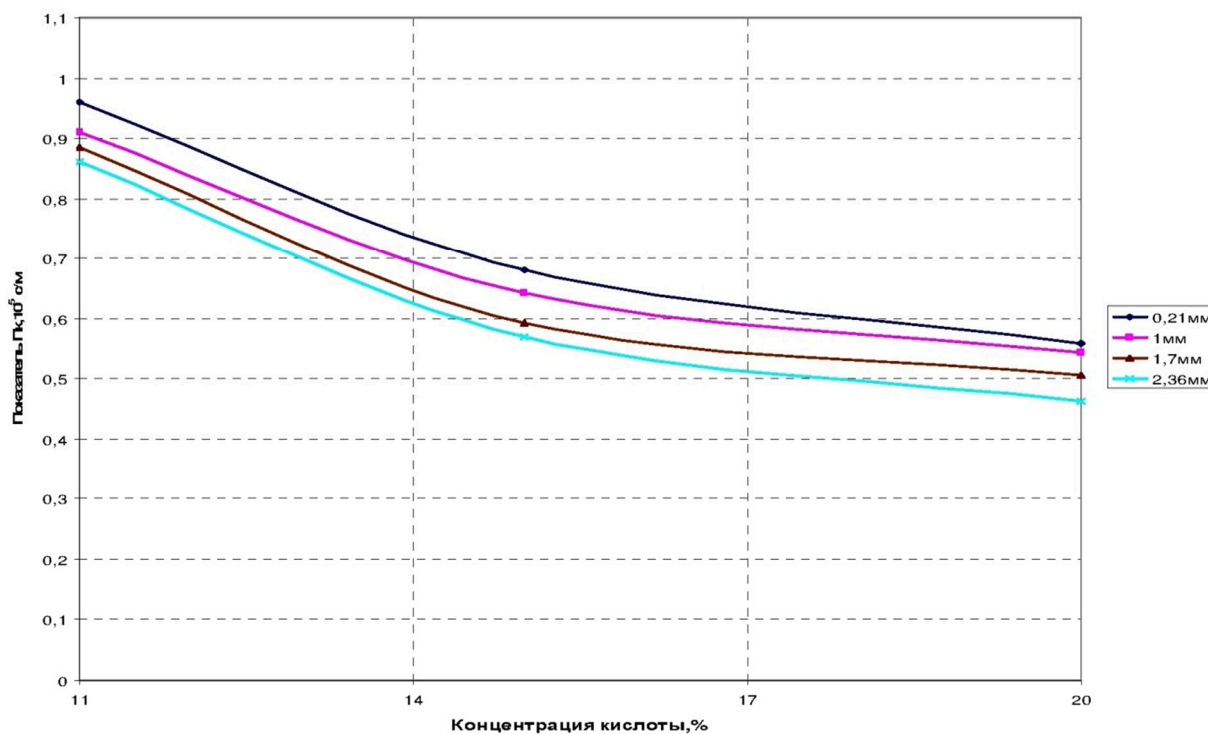


Рисунок 3 – Воздействие соляной кислоты различной концентрации на фильтрацию через корку с кислоторастворимым наполнителем (6 %)



Поиск оптимального сочетания дисперсности, фракционного состава карбоната кальция осуществлялся (рис. 4) с учётом:

- 1) влияния дисперсности частиц и фракционного состава наполнителя на фильтрационные свойства корки;
- 2) влияния дисперсности частиц и фракционного состава наполнителя на его последующую растворимость в кислоте.

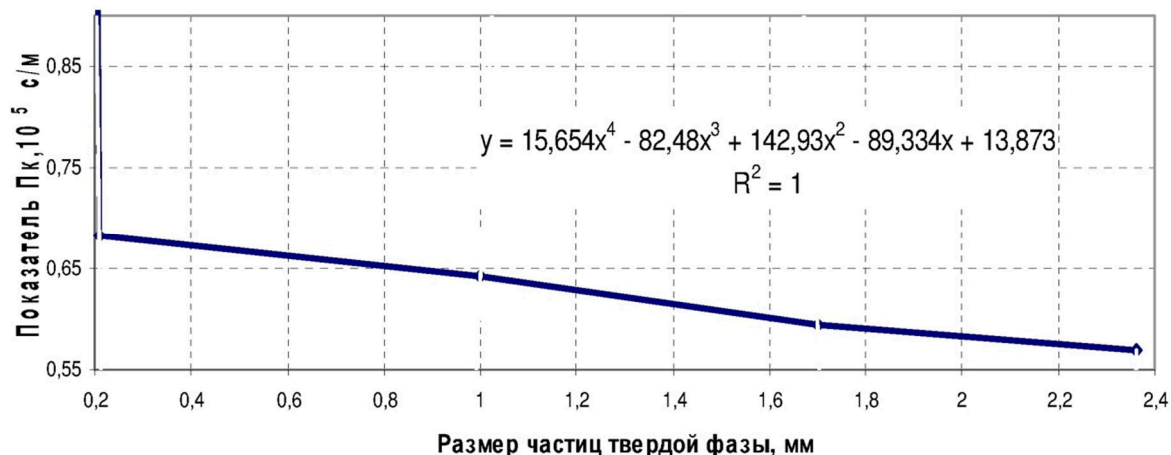
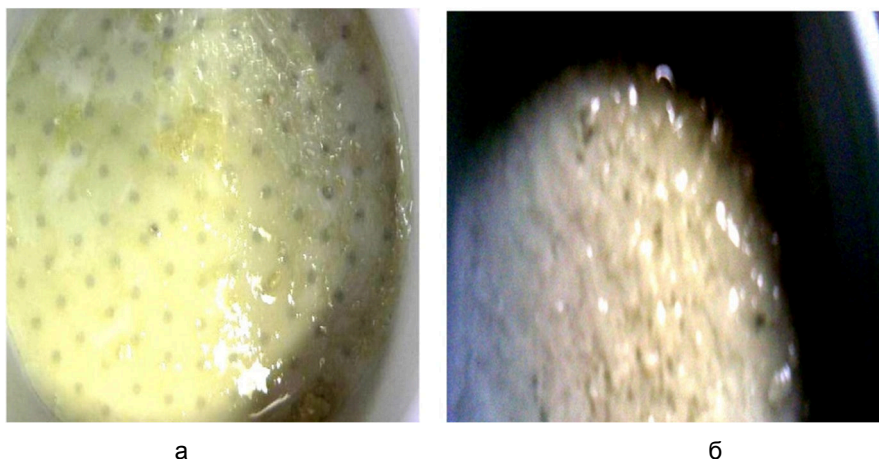


Рисунок 4 – Зависимость показателя Π_k 15 % соляной кислоты через корку различного фракционного состава от размера частиц твердой фазы при общей концентрации 6 % по весу от её объёма

Таким образом, подбирая фракционный состав наполнителя, можно получить оптимальное соотношение фильтрационных свойств корки (Π_p и толщины глинистой корки, с одной стороны, и скорости фильтрации кислотного раствора через корку (Π_k), с другой стороны) [3, 4].

В результате визуальных наблюдений установлено (рис. 5.), что при растворении кислотой частиц наполнителя размером менее 0,21 мм реакция распределяется относительно равномерно по всей поверхности корки, а при добавлении в корку частиц размером 2,36 мм происходит «очаговое» взаимодействие кислоты с наполнителем. В результате появляются сквозные дыры, через которые фильтруется вся кислота, оставляя незатронутой большую часть поверхности корки. Вероятность протекания такой реакции возрастает с увеличением концентрации крупнодисперсных частиц наполнителя в растворе, а также с ростом концентрации кислоты.



а

б

Рисунок 5 – Фото поверхности корок с наполнителем (а – тонкодисперсный карбонат и б– тонкодисперсный кварцевый песчаник) после обработки 15 % соляной кислотой (на левом фото корка удалена полностью, вплоть до поддона фильтрационной камеры, на правом фото в результате «очагового» взаимодействия кислоты с наполнителем часть корки осталась на поддоне)

Таким образом, основываясь на результатах эксперимента, можно сделать следующие выводы. Увеличение объемного содержания и размеров частиц наполнителя в буровом растворе увеличивает проницаемость корок.

Повышение концентрации тонкодисперсных частиц наполнителя в растворе обеспечивает равномерное взаимодействие кислоты с глинистой коркой по всей ее поверхности.



Для оптимизации объёма кислотной ванны, необходимого для полного разрушения корки, скорость фильтрации кислотного раствора через глинистую корку Π_k не должна превышать $0,5 \cdot 10^5$ с/м.

Оптимальная концентрация наполнителя в растворе с учётом сохранения приемлемых фильтрационных свойств раствора и обеспечения эффективного кислотного разрушения глинистой корки составляет 40–60 кг/м³ (при меньшей концентрации снижается результативность кислотного разрушения глинистой корки, а при большей концентрации резко ухудшаются фильтрационные свойства растворов).

Увеличение тонкодисперсной фазы наполнителя благоприятствует равномерному кислотному разрушению глинистой корки.

Учитывая данные, полученные при проведении экспериментов и обработке их результатов, а также промысловые условия проведения химического удаления глинистой корки в стволе скважины, можно рекомендовать следующее.

При вводе в буровой раствор при вскрытии продуктивной зоны бурением наполнителей, растворимых в кислоте, необходимо:

- иметь содержание тонкодисперсной фазы наполнителя в буровом растворе не менее 5 % по весу от объёма раствора;
- ограничить содержание в растворе грубодисперсной фазы (размером более 200 мкм) наполнителя до 30 % от общего содержания твёрдой фазы;
- для регулирования фильтрационных свойств буровых растворов рекомендуется использовать реагенты – понизители водоотдачи, разрушающиеся кислотой;
- для разрушения глинистой корки с наполнителем в режиме кислотной ванны концентрация соляной кислоты должна быть не более 15 %.

Литература:

1. Рогов Е.А. Восстановление проницаемости призабойной зоны пласта в открытом стволе скважины // Нефтепромысловое дело. – 2015. – № 9. – С. 17–21.
2. Крылов В.И., Крецул В.В., Меденцев С.В. Современные технологические жидкости для заканчивания и капитального ремонта скважин // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2015. – № 1. – С. 36–44.
3. Подгорнов В.М., Сулейменов Н.С., Ширдавлетов Н.Т. Фильтрационные барьер вокруг горизонтальных стволов в гранулярных коллекторах Арыскупского месторождения, НТЖ // Вестник Ассоциации буровых подрядчиков. – 2012. – № 2.
4. Сулейменов Н.С., Мосесян М.А., Подгорнов В.М. Удаление фильтрационных корок кислотной ванной, НТЖ // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. – 2007. – № 2.

References:

1. Rogov E.A. Restoration of permeability of a bottomhole zone of layer in an open trunk of the well // Oil-field business. – 2015. – № 9. – P. 17–21.
2. Krylov V.I., Kretsul V.V., Medentsev S.V. Modern technological liquids for completion and workover // Construction of oil and gas wells by land and by sea. – 2015. – № 1. – P. 36–44.
3. Podgornov V.M., Suleymenov N.S., Shirdavletov N.T. Filtrational a barrier around horizontal trunks in granular collectors of the Aryskskumsky field, NTZh // Bulletin of Association of boring contractors. – 2012. – № 2.
4. Suleymenov N.S., Mosesyan M.A., Podgornov V.M. Removal of filtrational crusts of an acid bathroom, NTZh // Construction of oil and gas wells by land and by sea. – 2007. – № 2.