

ИННОВАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ КАРБОНАТНЫХ КОЛЛЕКТОРОВ С ЦЕЛЬЮ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТОДОВ СТИМУЛЯЦИИ МАЛОДЕБИТНЫХ СКВАЖИН

В работе показано, что для адресного планирования кислотного воздействия следует применять дизайн обработок, основой которого являются изучение литологического и химического состава породы-коллектора и пластового флюида.

Ключевые слова: карбонатные коллектора, дизайн кислотных обработок, "червоточина", структурно-генетические типы известняков.

Нефтяные месторождения, приуроченные к карбонатным коллекторам, обычно характеризуются сложностью освоения скважин, а при последующей эксплуатации, как правило, не достигается потенциал их добычной возможности. Следовательно, не имея четких представлений о фильтрации технологических жидкостей в карбонатных пористых средах и о факторах, ее подавляющих, невозможно создать научные основы методов интенсификации притока нефти на месторождениях с карбонатными коллекторами.

Стимуляция таких коллекторов производится преимущественно с применением кислот. Наиболее часто в нефтедобывающей промышленности используется соляная кислота. При иньекции в пласт кислотный состав растворяет карбонатную породу, образуя проводящие каналы, способствующие повышению фильтрационно-емкостной способности коллекторов. Промысловый опыт и лабораторные испытания свидетельствуют, что эффективным результатом применения кислотных растворов является образование каналов фильтрации (т.н. «червоточин»), которые обеспечивают повышенный приток флюидов к забою скважины.

Для адресного планирования кислотных обработок (КО) следует применять дизайн обработок, основой которого являются изучение литологического и химического состава породы-коллектора; определение основных факторов, влияющих на скорость растворения породы кислотным раствором; лабораторные исследования фильтрационных процессов с использованием растворов кислот с добавками (замедлителями и отклонителями) на образцах керна.

Анализ и обобщение накопленного опыта экспериментальных и промышленных работ в области совершенствования кислотных обработок на месторождениях Татарстана позволили выработать определенный алгоритм по их проведению в карбонатных коллекто-

рах. Предлагается использовать следующую последовательность действий при планировании работ по интенсификации притока нефти из карбонатного пласта (Рис. 1).

Данный алгоритм применялся при проведении промысловых испытаний по кислотному воздействию на месторождениях малых нефтяных компаний (МНК) РТ.

На первом этапе проводилось исследование кернового материала карбонатных отложений. Исследования включали в себя:



Рис. 1. Алгоритм оптимизации.

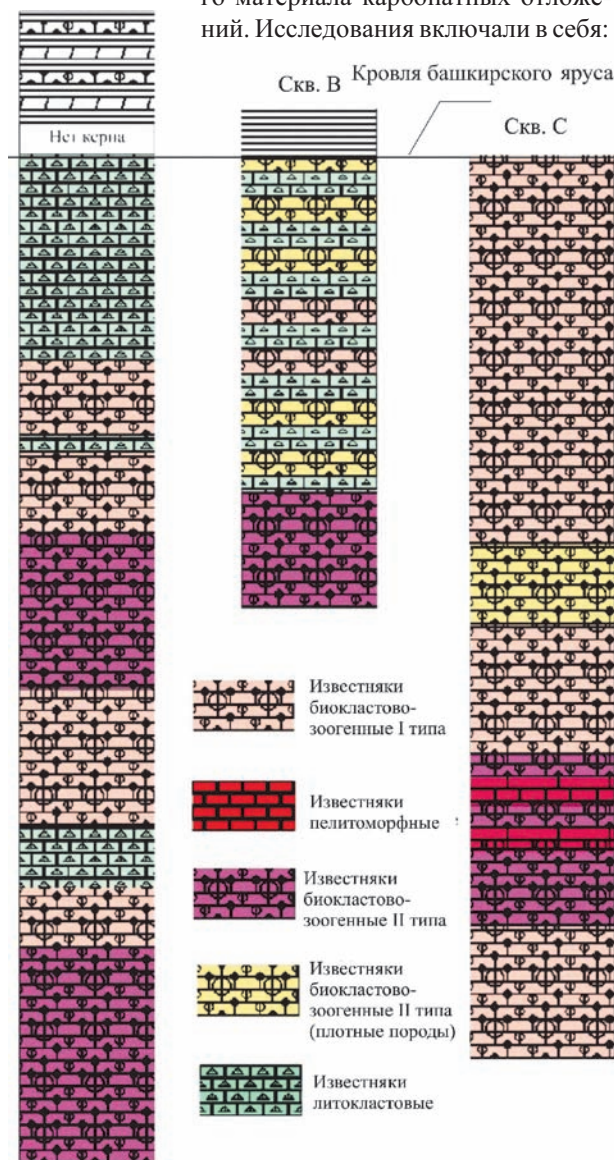


Рис. 2. Геологический профиль по линии скв. А-В-С.

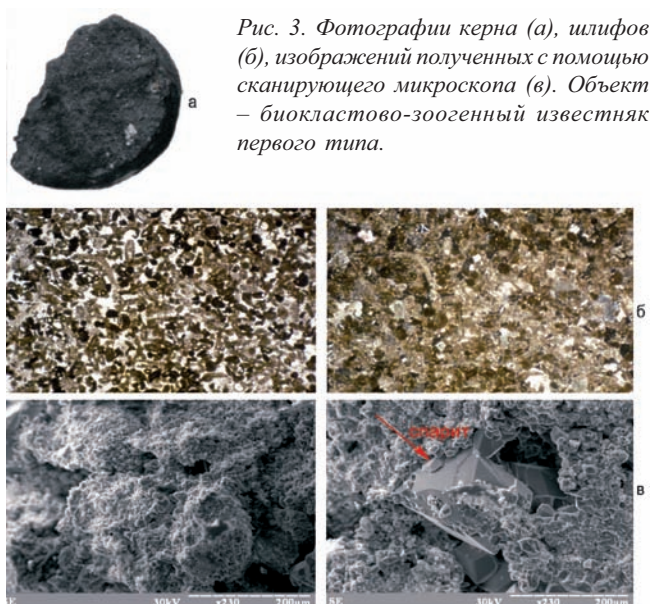


Рис. 3. Фотографии ядра (а), шлифов (б), изображений полученных с помощью сканирующего микроскопа (в). Объект – биокластово-зоогенный известняк первого типа.

– литолого-петрографические исследования – осуществлялись с целью определения минерального состава пород, изучения их структурно-текстурных особенностей, структуры пустотного пространства, характера нефтенасыщенности, особенностей вторичных изменений пород, трещиноватости, типа цемента. При этом применялись такие методы исследования как макроскопическое изучение образцов и оптическая микроскопия. Микроскопическое изучение шлифов позволяет исследовать вещественный состав и структурно-текстурные особенности пород, морфогенетическое строение порового и трещинного пространства.

– сканирующий электронный микроскоп (SEM) – высокая разрешающая способность микроскопа позволила наиболее полно исследовать особенности внутреннего строения карбонатных пород-коллекторов башкирского яруса.

– рентгеноструктурный анализ – использовался для определения состава карбонатного материала. Было выявлено, что единственным минералом, слагающим известняки, является кальцит. Проведенное изучение образцов на предмет содержания в них нерастворимого остатка не показало его наличие. Глинистая компонента в известняках присутствует лишь в составе стилолитовых швов, наблюдаемых в образцах.

Было выявлено, что башкирские отложения представлены чередованием нескольких структурно-генетических типов известняков. Основываясь на этих данных, был построен геологический профиль по трем скважинам месторождения (Рис. 2), который свидетельствует о крайней неоднородности строения башкирского яруса месторождения и необходимости детального подхода к выбору кислотного состава для интенсификации притока.

С помощью сканирующего микроскопа было визуализировано поровое пространство изучаемого карбонатного материала, определено соот-



Рис. 4. Результаты фильтрационных исследований.

ношение цемента и органических остатков в различных типах известняков (Рис. 3).

На следующем, втором этапе, проводился анализ данных геофизического исследования с целью выявления неоднородности пласта, распространения конкретного литотипа известняков по разрезу скважины. Этот этап предполагается доработать таким образом, чтобы он представлял собой «Программный комплекс ГИС для типизации карбонатных коллекторов» с учетом выявленных особенностей.

Далее, третий этап, комплекс работ в химической лаборатории – фильтрационные исследования с целью определения наиболее эффективного кислотного состава при воздействии на различные структурно-генетические типы известняков. Всего тестировалось 3 состава – HCl, HCl+СНПХ-8903А (Рис. 4) и уксусная кислота.

Наиболее подверженными к растворению оказались биокластово-зоогенные известняки первого и второго типов, причем, оказалось, что многофункциональная добавка СНПХ-8903А действует на карбонатный материал более эффективно. В результате определялась эффективность

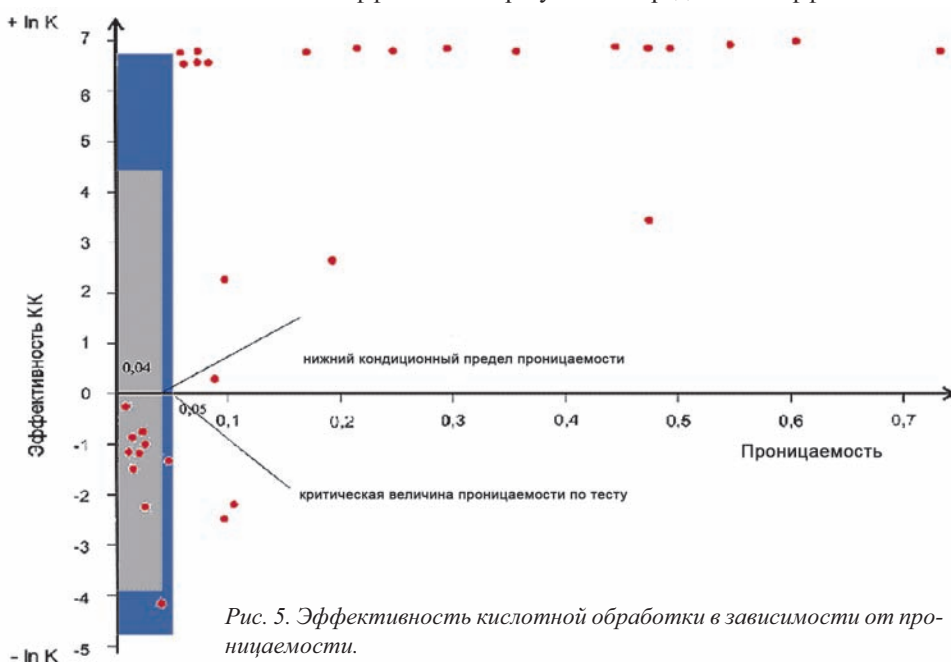


Рис. 5. Эффективность кислотной обработки в зависимости от проницаемости.

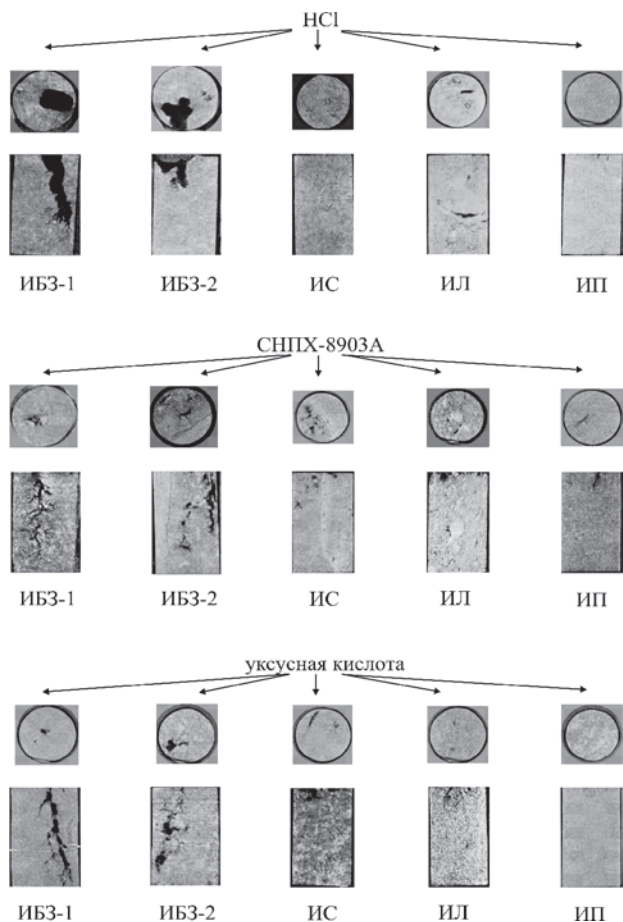


Рис. 6. Рентгеновская томография обработанных образцов керна.

воздействия с помощью расчета коэффициента интенсификации (отношение проницаемости после обработки к проницаемости до обработки, Рис. 5).

Четвертый этап – инновационный метод рентгеновской томографии образцов керна позволил получить информацию о наличии внутренних трещин, пустот, неоднородностей различного типа. Тестировались все пять структурно-генетических типов известняков, составляющих геологический разрез месторождения (ИБЗ-1 – известняк-биокластово-зоогенный I типа, ИБЗ-2 – II типа, ИС – строматолитовый, ИЛ – литокластовый, ИП- пелитоморфный). Как уже отмечалось ранее, оптимальным режимом КО считается тот, при котором в породе образуются отдельные каналы – «червоточины», проникающие вглубь пласта. На обработанных соляной кислотой, композицией СНПХ-8903А и уксусной кислотой, образцах керна была смоделирована фильтрация кислотного состава и его взаимодействие с породой пласта. С помощью томографа были получены наглядные изображения пустотного пространства измененной породы и каналов фильтрации (Рис. 6).

Изначально наиболее проницаемыми породами являются известняки биокластово-зоогенные, поэтому фактически только у них наблюдалось действие кислотных композиций. Плотные, практически непроницаемые, литокластовые, строматолитовые и пелитоморфные известняки реагируют не достаточно с составами для повышения значений проницаемости или не вступают в реакцию вовсе. Наиболее оптимальным является режим, при котором скорость нейтрализации достаточна для образования одной доминантной червоточки (Рис.6. ИБЗ-1 – СНПХ-

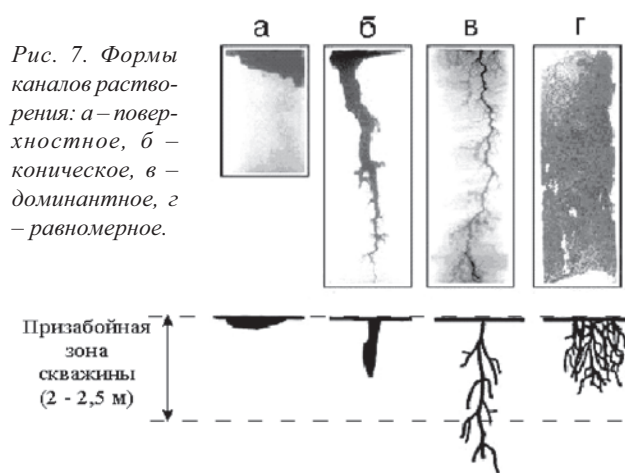


Рис. 7. Формы каналов растворения: а – поверхностное, б – коническое, в – доминантное, г – равномерное.

8903А; Рис. 7в), без чрезмерного бокового ответвления (Рис. 7г). При высоких скоростях нейтрализации, кислота быстро продвигается по поверхности керна. Червоточины не образуются, или образуются только короткие каналы. Это – режим поверхностного растворения (Рис. 7а; Рис. 6. HCl – ИБЗ-2).

Выводы и результаты:

Каждый структурно-генетический тип известняка имеет свой строго определенный набор эффективных технологий интенсификацию

Для проектирования и повышения эффективности кислотных обработок скважин на залежи и/или месторождении необходимо определение структурно-генетических типов известняков продуктивного пласта и проведение лабораторных исследований по подбору наиболее эффективных технологий.

Целесообразно проведение данного проекта исследований на этапе инновационного проектирования ТСП месторождений с тем, чтобы рекомендовать применение технологий обработки призабойной зоны (ОПЗ) пласта с учетом геологических особенностей месторождения для достижения большей экономической эффективности выработки запасов.

Для масштабирования данного проекта исследований необходима разработка программного продукта, позволяющего в комплексе с лабораторными исследованиями типизировать карбонатные отложения и обеспечить современное экономически эффективное проектирование ОПЗ малодебитных скважин.

I.M. Nasibullin. Innovative solutions for carbonate reservoirs with the object of depleted wells stimulation methods design.

We show in this paper that the processing design should be used for targeted planning of acid treatment, the basis of which is reservoir and reservoir fluids lithologic and chemical composition study.

Key words: carbonate reservoirs, processing design of acid treatment, sources matter type.

Ильшат Маратович Насибуллин
 Заведующий отделом разработки и внедрения методов увеличения нефтеотдачи пластов.
 ОАО "НИИнефтепромхим". 420061, г. Казань, ул. Н.Ершова, 29. Тел.: (843) 272-52-14, факс: (843) 272-60-81.