

*Лысенков И.Е.*

*студент магистратуры*

*Лысенков А.В.*

*доцент*

*Уфимский государственный нефтяной технический университет*

**АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАДИЦИОННО ПРИМЕНЯЕМЫХ  
СОЛЯНО-КИСЛОТНЫХ МЕТОДОВ ИНТЕНСИФИКАЦИИ  
ДОБЫЧИ НЕФТИ**

*Аннотация: Солянокислотная обработка является основным методом интенсификации добычи нефти из карбонатных коллекторов. Существует большое количество вариаций солянокислотных обработок, которые отличаются между собой главным образом технологией и механизмом воздействия на коллектор. В связи с многообразием видов кислотных обработок остро встает вопрос о выборе эффективного метода воздействия. Одним из основных критериев для выбора вида кислотной обработки является обводненность продукции скважин. Для того, чтобы отразить рекомендации для всех типов коллекторов составлено дополнение к обобщённой классификации карбонатных коллекторов.*

*Ключевые слова: соляно-кислотная обработка, карбонатный коллектор, интенсификация добычи нефти.*

*Lysenkov I. E.*

*Student*

*Lysenkov A. V.*

*assistant professor*

*Ufa State Petroleum Technical University*

**ANALYSIS OF THE EFFECTIVENESS OF TRADITIONALLY USED  
HYDROCHLORIC ACID METHODS FOR INTENSIFYING OIL  
PRODUCTION**

*Annotation: Hydrochloric acid treatment is the main method for stimulating oil production from carbonate reservoirs. There are a large number of variations of hydrochloric acid treatments, which differ mainly in technology and mechanism of action on the reservoir. In connection with the many types of acid treatments, the question of choosing a treatment method arises. One of the main criteria for choosing the types of acid treatment is the water cut of the wells. In order to reflect the recommendations for all types of reservoirs, an addendum to the generalized classification of carbonate reservoirs has been compiled.*

*keywords: hydrochloric acid treatment, carbonate reservoir, oil production intensification.*

Как известно, основным методом интенсификации добычи нефти из карбонатных коллекторов является солянокислотная обработка (СКО) скважин. Существует различные вариации СКО: простая солянокислотная обработка (ПСКО), пенокислотная обработка (ПКО), термокислотная обработка (ТКО), гипано-кислотная обработка (ГКО). Вышеперечисленные виды солянокислотного воздействия отличаются между собой главным образом технологией и механизмом воздействия на коллектор (матричные, селективные, тепловые). Наиболее простым методом обработки является ПСКО. Данный вид воздействия широко применялся в 1970-1985 годах при начале разработки карбонатных коллекторов месторождений Республики Башкортостан. Механизм интенсификации добычи довольно прост: соляная кислота растворяет карбонатные породы и образует сеть каналов в призабойной зоне пласта, тем самым увеличивая проницаемость призабойной зоны пласта (ПЗП), что приводит к увеличению продуктивности скважины и в конечном итоге к увеличению притока жидкости в скважину. В статье [1] изложен опыт использования различных видов кислотных обработок, показано, что ПСКО эффективен при обводненности до 20 – 25%. В источнике [2] авторами отражен средний эффект на одну скважинную операцию ПСКО, который составил около 180 - 250 т дополнительной добычи нефти.

Однако при увеличении выработки запасов происходит обводнение скважин, увеличивается приток воды из высокообводненных пропластков [1], из-за чего снижается эффективность ПСКО.

При обводненности 20 - 40 % высокую эффективность показывают пенокислотные обработки (ПКО) и термо-пенокислотные обработки (ТПКО). В данном виде воздействия кислотный раствор применяется в виде пены. Состав раствора: кислотный раствор, воздух и пенообразователь (ПАВ). Использование ПКО приводит к увеличению глубины проникновения активного кислотного раствора в глубь пласта, так как растворение карбонатной породы в кислотной пене происходит медленнее, чем при обычных условиях. Если снижение продуктивности скважины связано с образованием отложений парафина и асфальтосмолопарафинистых отложений (АСПО), то увеличения продуктивности скважины по нефти можно достичь путем проведения ТКО скважин. При данном типе обработок термическое воздействие растворяет АСПО. Повышение температуры основано на взаимодействии магния и соляной кислоты. При появлении АСПО в обводнённых скважинах широкое распространение получила комбинация пено- и термо-воздействия, так называемые ТПКО. В статье [3] обобщён опыт проведения ПКО и ТПКО. Данные виды обработок эффективны при обводненности до 20 - 40 %, причем дополнительная добыча нефти на одну скважинную обработку составила 394 т при ПКО и 523 т при ТПКО соответственно.

В скважинах с большей обводненностью продукции (40-60 %) проводятся селективные нефтекислотные обработки (НКО) [2]. Закачиваемая в пласт высоковязкая нефть проникает в каналы, по которым ранее фильтровалась вода, и закупоривает их, а композиционный солянокислотный раствор проникает в пласт по мелким порам. Последние расширяются в результате химической реакции соляной кислоты с карбонатной породой, происходит увеличение проницаемости. Опыт

проведения НКО [3] показал, что дополнительная добыча нефти в среднем составляет 432 т на одну обработку. Также данный вид воздействия показал высокую эффективность при обводненности коллектора до 60 %. При высокой обводненности продукции скважин (более 60 %), широкое применение получили различные комбинированные способы воздействия. Они имеют общую особенность: проведение обработки в две стадии. Первая стадия заключается в изоляции высокообводненных участков полимерами. Вторая стадия – солянокислотная обработка низкопроницаемых участков. Так в 1989 году был разработан способ гипано-кислотной обработки (ГКО). Позднее была подтверждена его высокая эффективность. Увеличение дебита скважин происходило в среднем в 2,9 раза, наблюдалось снижение обводненности. Дополнительная добыча нефти на одну обработку в среднем составила 257 т [2]. Поэтому ГКО нашли широкое применение на месторождениях с высокой обводненностью (60 – 90 %) продукции скважин.

Нефтяные месторождения с карбонатным типом коллектора разрабатываются, как правило, на естественном режиме истощения. Пластовое давление снижается ниже давления насыщения нефти газом. Начинает происходить образование гидрофильных слоев на стенках поровых каналов, которые препятствуют взаимодействию раствора соляной кислоты с горной породой. Данной проблеме посвящена статья [1].

Контактирование кислоты с поверхностью карбонатной породы ведет к увеличению площади фильтрации и, следовательно, более эффективному кислотному воздействию. На практике это возможно только при условии отделения гидрофобных слоев в общий объем пор. Достигнуть это возможно различными способами. Один из них — это использовать горячий раствор соляной кислоты. Решение данной проблемы отражено в статье [4].

С 2000 г. на нефтегазодобывающих промыслах Республики Башкортостан в скважинах с высокой обводненностью добываемой продукции, осложнённых отложениями высокомолекулярных соединений в ПЗП, начали использовать технологию гивпано-термокислотной обработки (ГТКО) скважин. Сущность применения ГТКО заключается в закупоривании каналов, наиболее сильно фильтрующих воду с последующим термокислотным воздействием на нефтенасыщенную часть пласта. Блокировка каналов происходит в результате коагуляции полимера.

Из-за резкого снижения поверхностного натяжения на границе нефть – «порода – кислотный раствор» происходит активная гидрофилизация с отделением гидрофобизированных слоев высокомолекулярных углеводородов с поверхности пор. Использование горячего раствора соляной кислоты приводит к повышению эффективности кислотного воздействия на пористые нефтенасыщенные матрицы коллектора и увеличению добычи нефти из них.

Из результатов опробования технологии ГТКО на скважинах месторождений Западного Башкортостана следует, что дополнительная добыча нефти достигается от 100 до 990 т на одну обработку при среднем значении 222 т. Обводненность снизилась в 1,1 – 3,2 раза при среднем значении в 1,5 раза [2].

Технология латексно - кислотной обработки (ЛКО) на скважинах с высокой обводненностью продукции испытывалась на месторождениях Башкортостана в 2000 годах. Сущность ЛКО заключается в избирательной изоляции раствором латекса высокопроницаемых каналов, промытых водой, с последующей закачкой раствора соляной кислоты в низкопроницаемую нефтенасыщенную часть коллектора [2]. Такие операции приводят к увеличению добычи нефти и уменьшению притока воды. Опыт проведения обработок в НГДУ «Октябрьскнефть» показал высокую эффективность технологии. Дополнительная добыча нефти в

среднем составляла 200 т на одну операцию. Добыча попутно добываемой воды снизилась незначительно.

В связи с многообразием видов кислотных обработок остро встает вопрос о выборе метода обработки. Конечно, из вышеизложенного можно сделать вывод, что критерием для выбора видов СКО является обводненность скважин. Однако этого недостаточно. Авторами [5] предлагается пользоваться классификациями карбонатных пород при выборе вида воздействия на карбонатные пласты. Логично, что при поровом строении карбонатного коллектора и невысокой обводненности эффективными будут ПСКО. При высокой трещиноватости и высокой обводненности породы приоритетными становятся селективные методы воздействия НКО и ГКО. Для того чтобы отразить рекомендации для всех типов коллекторов было составлено дополнение к обобщённой классификации карбонатных коллекторов (таблица 1). В общем случае рекомендуется для I типа коллекторов использовать ГКО, для II типа коллекторов использовать НКО, для III типа коллекторов использовать ПКО, для IV типа коллекторов использовать ПСКО [2].

Таблица 1 – Рекомендации по использованию различных видов СКО

Индекс	Тип коллектора	Вид кислотной обработки
I	Трещинный	Гипано-кислотная обработка
II	Порово-Трещинный	Нефтекислотная обработка
III	Трещинно-Поровый	Пено-кислотная обработка
IV	Поровый	Простая солянокислотная обработка

#### **Использованные источники:**

1. Лысенков. А.В., Антипин Ю.В., Стеничкин Ю.Н. Интенсификация притока нефти из гидрофобизированных карбонатных коллекторов с высокой обводненностью // Нефтяное хозяйство. – 2009. – № 6. – С. 36–39.

2. Зейгман, Ю.В. К вопросу выбора технологии кислотного воздействия для интенсификации добычи нефти / Ю.В. Зейгман [и др.] //

Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. — 2017. — № 6. — С. 44-50

3. Колганов, В.И., Ковалева, Г.А. О классификации карбонатных трещинных коллекторов, // Нефтепромысловое дело.2010. №11 с. 12-14.

4. Лысенков, А.В., Чеботарев, А.В., Улямаев, А.А., Якубов, Р.Н. Анализ эффективности различного вида кислотных обработок скважин месторождений Западного Башкортостана/ Проблемы геологии, геофизики, бурения и добычи нефти. Экономика и управление. Сборник статей аспирантов и молодых специалистов.-Уфа, Изд-во НПФ «Геофизика», 2011. – С. 170-179

5. Ганиев, Ш.Р., Лысенков, А.В. О классификации карбонатных коллекторов и ее значении при выборе системы воздействия на нефтяные пласты//Нефтегазовое дело. –2017. – Том.15 – № 3. С.28–32