

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2018, №4, Том 10 / 2018, No 4, Vol 10 <https://esj.today/issue-4-2018.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/42NZVN418.pdf>

Статья поступила в редакцию 03.08.2018; опубликована 21.09.2018

Ссылка для цитирования этой статьи:

Карпунин Н.А., Рязанов А.А., Хромых Л.Н., Щукин Н.А. Современный опыт обработки призабойной зоны терригенного пласта кислотными композициями // Вестник Евразийской науки, 2018 №4, <https://esj.today/PDF/42NZVN418.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

For citation:

Karpunin N.A., Ryazanov A.A., Khromykh L.N., Shukin N.A. (2018). Modern experience handling bottomhole formation zone of terrigenous deposit by acid compositions. *The Eurasian Scientific Journal*, [online] 4(10). Available at: <https://esj.today/PDF/42NZVN418.pdf> (in Russian)

УДК 55

Карпунин Никита Александрович

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет», Санкт-Петербург, Россия
Магистрант

E-mail: knaem@mail.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=795162

Рязанов Арсентий Алексеевич

ТПП «РИТЭКБелоярскнефть», Белоярский, Россия

Начальник отдела разработки нефтяных и газовых месторождений

E-mail: aaryazanov@ritekbel.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=878471

Хромых Людмила Николаевна

ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет», Самара, Россия

Доцент кафедры «РиЭНиГМ»

Кандидат технических наук

E-mail: khromykh.lud@yandex.ru

РИНЦ: http://elibrary.ru/author_profile.asp?id=729944

Щукин Никита Анатольевич

ТПП «РИТЭКБелоярскнефть», Белоярский, Россия

Ведущий инженер отдела разработки нефтяных и газовых месторождений

E-mail: nashukin@ritekbel.ru

Современный опыт обработки призабойной зоны терригенного пласта кислотными композициями

Аннотация. В процессе разработки нефтяных и газовых месторождений дебит добывающих и приемистость нагнетательных скважин со временем могут существенно снижаться. В таких случаях возникает необходимость увеличивать или же восстанавливать фильтрационные характеристики призабойной зоны пласта. Особенно остро данная проблема стоит при разработке низкопроницаемых коллекторов, в частности Баженовской свиты.

В данной статье авторами обобщен многолетний опыт различных специалистов в области кислотных обработок призабойной зоны нефтяных пластов, а именно обработок добывающих скважин в терригенных коллекторах. Описаны механизмы взаимодействия наиболее часто применяемых кислотных композиций с различными минералами, которые могут присутствовать в терригенных пластах коллекторах. Приведены примеры возможных

осложнений, способных приводить к отсутствию должного эффекта от обработки или же вовсе вызывающих негативный эффект.

На основании проведенного литературного обзора указан ряд параметров, учет которых является обязательным при подборе эффективного кислотного состава. Например: минералогический состав породы, скорости протекания химических реакций кислот с различными минералами пласта, степень растворения пород, пластовая температура, состав и свойства пластовых флюидов.

Также авторами работы представлены примеры результатов собственных исследований, направленных на изучение степени взаимодействия кислотных составов с различными образцами полиминеральных коллекторов.

Представленные в статье материалы позволяют сделать вывод о том, что для разработки эффективного кислотного состава необходимо провести ряд последовательных работ, опирающихся на геолого-физические параметры объекта. Использование поверхностно-активных веществ и других специальных добавок позволит исключить ряд негативных факторов, приводящих к отрицательному результату. Современный лабораторный комплекс и обширный рынок химических веществ дает все возможности для качественной разработки кислотных составов компаниями.

Ключевые слова: кислотная обработка; обработка призабойной зоны; терригенный коллектор; соляная кислота; грязевая кислота; плавиковая кислота; азотная кислота; Баженовская свита

Первые упоминания о патенте на технологию кислотной обработки известняка соляной кислотой были сделаны в 1896 году. Реакция взаимодействия соляной кислоты с карбонатным материалом (кальцитом) представлена в формуле (1). Однако, несмотря на увеличение продуктивности нефтяных скважин в четыре раза, технология не нашла широкого применения по причине сильной коррозии скважинного оборудования [1]. Тем не менее, с того времени было найдено множество способов решения этой проблемы и на сегодняшний день кислотные обработки (КО) применяются практически повсеместно. Это связано с тем, что технология достаточно проста и в то же время весьма эффективна при относительно невысокой стоимости реализации. Так, в работе [2] отмечено, что в условиях коллекторов баженовской свиты на Средне-Назымском месторождении кислотные обработки (КО) демонстрируют значительную эффективность, на уровне с результатом от проведения ГРП (гидроразрыв пласта). Причем эффективность КО на действующем фонде с каждым годом только возрастает.



Несмотря на достаточно большую изученность темы, количество неуспешных обработок на некоторых объектах все еще остается высоким и нередко достигает 30-50 % от общего числа операций. К примеру, на Средне-Хулымском месторождении в период 2013-2016 гг. было проведено 39 обработок добывающих скважин. Минимальный рентабельный прирост дебита нефти был достигнут только от 60 % проведенных работ.

Зачастую подобные результаты можно объяснить сложным геологическим строением пласта, а именно разнообразным минералогическим составом. Также высокая пластовая температура осложняет подбор кислотного состава и технологию его применения. Данные факторы можно нивелировать, используя научный подход к выбору кислотного состава, в том числе специальных добавок, таких как поверхностно-активные вещества (ПАВ), ингибиторы коррозии и др. [1, 3, 4, 5]. Не редки случаи, когда при выборе технологии кислотной обработки специалисты опираются только на такой параметр, как мощность продуктивного пласта; такой

подход является в корне неверным [6]. Для достижения максимального эффекта от планируемых операций необходимо в первую очередь учитывать причину загрязнения призабойной зоны пласта (ПЗП) и принимать во внимание параметры пласта и насыщающих его флюидов. К таким параметрам относятся: пластовая температура; фильтрационно-емкостные свойства; гранулометрический и минералогический состав пород; химический состав пластовых флюидов [1, 8].

При рассмотрении механизма воздействия кислотных композиций на породу-коллектор необходимо учитывать следующие параметры: степень растворения пород и материалов, кольматирующих пласт; скорость протекания химических реакций исследуемой композиции со слагающими пласт минералами; возможность образование трудно- и нерастворимых продуктов реакций; изменение фильтрационно-емкостных характеристик пласта. При обработках терригенных коллекторов учитывать все это особенно важно, т. к. продуктивные пласты представляют собой совокупность различных минералов. В работах [1, 7], авторами составлено следующее описание типового минералогического терригенного пласта коллектора (таблица 1).

Таблица 1

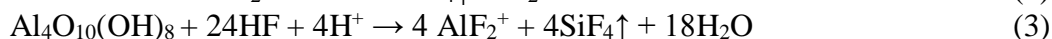
Основные минералы слагающие терригенные коллекторы [1, 7]

Минералы		Химический состав
Кварц (20-70 %)		SiO ₂
Сульфаты	Гипс	CaSO ₄ ·2H ₂ O
	Ангидрит	CaSO ₄
Слюды (1-10 %)	Биотит	K(Mg,Fe) ₃ [AlSi ₃ O ₁₀](OH) ₂
	Мусковит	KAl ₂ [AlSi ₃ O ₁₀](OH) ₂
Полевые шпаты (25-60 %)	Ортоклаз	K[AlSi ₃ O ₈]
	Микроклин	K[AlSi ₃ O ₈]
	Альбит	Na[AlSi ₃ O ₈]
	Плагиоклазы	ряд минералов с крайними членами Na[AlSi ₃ O ₈] и Ca[Al ₂ Si ₂ O ₈]
Глины (3-40 %)	Каолинит	Al ₄ [Si ₄ O ₁₀](OH) ₈
	Смектит	(Ca _{0,5} Na) _{0,7} (Al,Mg,Fe) ₄ (Si,Al) ₈ O ₂₀ (OH) ₄ ·nH ₂ O
	Иллит	Si _{4-x} Al _x O ₁₀ (OH) ₂ K _x Al ₂
	Монмориллонит	(Ca,Mg,...)(Al,Fe ³⁺ ,Mg) ₂ [(Si,Al) ₄ O ₁₀](OH) ₂ ·nH ₂ O
	Хлорит	(Mg,Fe ²⁺ ,Fe ³⁺ ,Al) ₃ [(Al,Si) ₄ O ₁₀](OH) ₂ (Mg,Fe ²⁺ ,Fe ³⁺ ,Al) ₃ (OH) ₆
Карбонаты (0-30 %)	Кальцит	CaCO ₃
	Доломит	Ca,Mg(CO ₃) ₂
	Анкерит	Ca(Mg,Fe)(CO ₃) ₂
	Сидерит	FeCO ₃
Прочие минералы (хлориды, металлические оксиды) (до 5 %)	Галит	NaCl
	Оксиды железа	FeO, Fe ₂ O ₃ , Fe ₃ O ₄

Наиболее сложной, с позиции подбора оптимальной кислотной композиции и технологии её применения, является обработка коллекторов смешанного литологического состава, в том числе терригенных коллекторов с содержанием глинистых минералов свыше 15 % и карбонатных минералов более 3 % [3, 6].

Для проведения интенсификации притока нефти из терригенных коллекторов путем кислотных обработок возможно использование традиционных составов на основе соляной кислоты, но наибольшее распространение получили составы на основе смеси соляной и фтористоводородной кислот. Такие смеси принято называть «грязевой кислотой». Реакции (2)

и (3) являются типичными при обработке терригенных коллекторов подобными составами. Реакция (2) описывает механизм растворения кварца плавиковой кислотой, а реакция (3) – растворение бентонитовой глины [1].

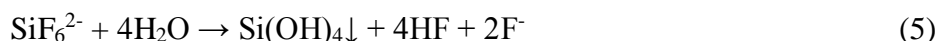


Стоит обратить внимание, что при реакции плавиковой кислоты с силикатами, в частности с глинистыми минералами, образуются малорастворимые и нерастворимые соединения (фторалюминаты щелочных и щелочноземельных металлов, фторсиликаты, студенистый гель гидроксида кремния, гидроксид железа III), которые по мере нейтрализации кислоты (снижении pH раствора) или при достижении критической концентрации могут выпадать в осадок [6, 8]. Образование осадков является крайне негативным фактором, т. к. они способны коагулировать поровое пространство, блокируя фильтрационные каналы, что в свою очередь может привести к резкому снижению продуктивности добывающих и приемистости нагнетательных скважин.

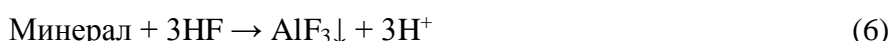
Образующийся в ходе реакции (2) тетрафторид кремния SiF_4 также, как и породы пласта, способен вступать в реакцию с HF, что приводит к неэффективному использованию плавиковой кислоты и образованию гексафторкремниевой кислоты H_2SiF_6 по уравнению (4).



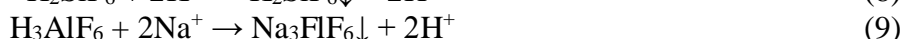
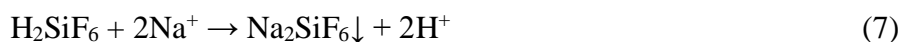
В дальнейшем гексафторид кремния SiF_6^{2-} реагирует с водой по уравнению (5), образуя при этом коллоидный гидроксид кремния, который в нейтральной среде выпадает в осадок в виде студенистого геля:



Как уже упоминалось выше, плавиковая кислота способна взаимодействовать не только с силикатными, но также и с глинистыми минералами, при этом одним из наиболее частых осадков является фторид алюминия [10], формирование которого можно описать уравнением (6).

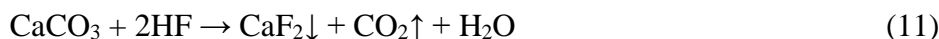


Образующаяся при реакции плавиковой кислоты с полевыми шпатами и глинистыми минералами гексафторалюминиевая кислота H_3AlF_6 , как и гексафторкремниевая кислота H_2SiF_6 , способны реагировать с калий- и натрийсодержащими минералами пласта, а также с соляными растворами этих металлов по уравнениям (7)-(10).



Интенсивность выпадения перечисленных выше осадков повышается с увеличением концентрации фторсодержащих кислот в рабочем составе.

Еще одним фактором, ограничивающим применение фторсодержащих кислотных составов, может выступать высокая карбонатность терригенных пластов. Взаимодействие карбонатных минералов с плавиковой кислотой сопровождается выпадением осадка фторида кальция [9, 10]. Этот осадок образуется в результате реакции кальцита с HF по уравнению (11).



Стоит отметить, что мелкозернистый осадок фторида кальция в меньшей степени способствует закупорке пласта, чем перечисленные выше осадки, образующиеся в ходе

реакции с алюмосиликатными минералами. Образование осадка фторида кальция возможно избежать с помощью предварительной промывки соляной кислотой перед прокачкой фторсодержащих кислотных составов. Однако это не гарантирует исключения вторичных процессов осадкообразования.

Авторами работы [11] проведены фильтрационные испытания различных кислотных составов на кернах полимиктовых песчаников. Анализ результатов показывает, что в большинстве случаев составы, содержащие плавиковую кислоту, снижают проницаемость кернов после фильтрации (10 % HCl + 3 % HF). При обработке же 10 % раствором HCl проницаемость снижалась только в одном из шести случаев.

Следующей важной проблемой при проведении кислотных обработок всех типов коллекторов является возможность образования рыхлого нерастворимого осадка (рисунок 1) гидроксида железа. Источниками ионов железа, как правило, являются железорудосодержащие минералы коллектора, а также продукты коррозии промышленного оборудования. Для предотвращения выпадения осадка гидроксида железа необходимо поддерживать $\text{pH} \leq 3$. В случае увеличения pH гидроксид железа III способен выпадать в осадок из солей железа, образующихся в ходе кислотной обработки. С целью поддержания pH, как правило, используют органические кислоты: уксусную, лимонную и муравьиную. В работе [12] также описан способ восстановления трехвалентного железа до двухвалентного с помощью добавления хлорного олова или эриторбовой кислоты.

Механизм превращения соединений железа в соли железа (II) или соли железа (III) в растворах сильных кислот подробно описан в работе [13], уравнения реакций (12)-(15):

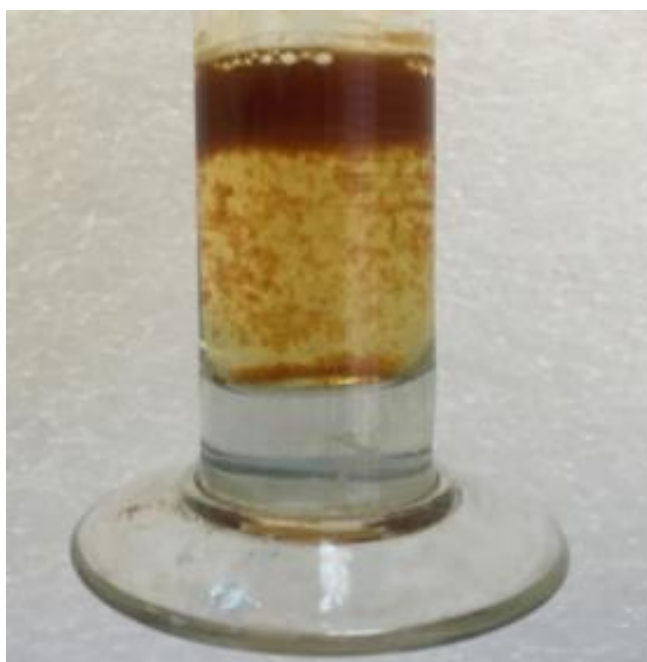
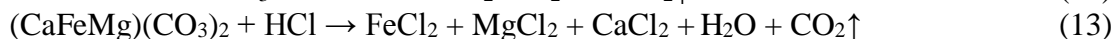


Рисунок 1. Пример осадка гидроксида железа [3]

Описанные процессы осадкообразования в ходе обработки составами на основе грязевой кислоты также осложняются токсичностью (относится к первому классу опасности согласно ГОСТ 12.1.005) и ее высокой коррозионной активностью.

Известны случаи применения борфтористоводородной кислоты HBF_4 для обработки терригенных коллекторов. Образующиеся в ходе реакции данной кислоты с глинами и алевролитами борсиликаты способствуют прилипанию мельчайший частиц к крупным зернам породы и, следовательно, предотвращают их миграцию в процессе обработки. Однако в работе [14] говорится о полной диссоциации борфтористоводородной кислоты в растворе с образованием аниона BF_4^- , который быстро гидролизуется до фтористоводородной кислоты, при чем скорость гидролиза увеличивается с ростом температуры, а также в ходе реакции происходит образование осадка геля кремниевой кислоты.

В работе [15] рассмотрена возможность применения азотной кислоты для обработки нефтяных скважин. Одним из больших преимуществ данной кислоты является отсутствие вторичных осадков (гидроксид железа), но в тоже время она является менее реакционноспособной по отношению к карбонатам [8], а также обладает большей коррозионной активностью по сравнению с HCl . Являясь сильным окислителем, азотная кислота также способна активно взаимодействовать с нефтью, вплоть до её коксования, что наглядно представлено на рисунке 2.

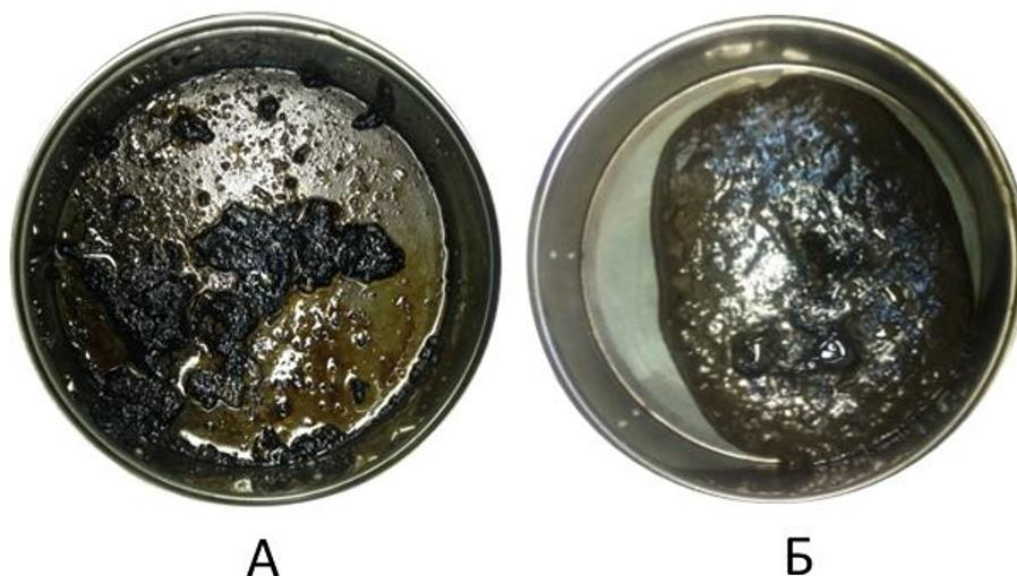


Рисунок 2. Коксование нефти в ходе теста на совместимость баженовской нефти с химически чистым 8 % раствором азотной (А) и соляной (Б) кислот [15]

Из рисунка 2 видно, что взаимодействие кислот даже с легкой баженовской нефтью сопровождается образованием стабильных нефтекислотных эмульсий. В работе [10] отмечается, что асфальтены и смолы, при их малом содержании в нефти, могут выпадать в осадок после контакта с кислотой. Наличие же в растворе ионов Fe^{3+} в виде железоасфальтеновых ассоциатов также способствует образованию таких осадков. В свою очередь, ускорению процесса осадкообразования способствует повышение температуры. Даже малые концентрации кислоты (HCl) приводят к их образованию. В работе [16] авторами проведены исследования проб загрязнителей ПЗП нагнетательных скважин, полученных с помощью промывки колтюбингом и свабирувания. Результаты подтверждают, что основными загрязнителями ПЗП нагнетательных скважин являются неорганические соли, соединения железа, частицы песка, глины, а также углеводороды в виде асфальтосмолопарафинистых отложений. В связи с чем при проведении кислотных обработок целесообразно использовать ПАВ [5] или ароматические растворители для предварительного удаления отложений данного вида отложений с породы, т. к. они не растворимы в кислоте.

Немаловажным для интенсификации притока нефти являются улучшение проникающей способности кислотных составов в пласт и увеличение охвата обработкой. Это достигается путем снижения скорости реакции кислот с минералами пласта коллектора, особенно в условиях высоких температур. В таких случаях составы пролонгированного действия показывают большую эффективность в сравнении с традиционными кислотными составами. Существует ряд реагентов-добавок, способных увеличить время взаимодействия закачиваемого кислотного состава с породообразующими минералами.

Так в 80-х годах авторами работы [17] были проведены исследования, согласно которым установлено, что составы из смеси бифторида аммония и сульфаминовой кислоты медленнее реагируют с минералами терригенных пород, нежели составы на основе бифторида аммония и соляной кислоты. Многие специалисты считают, что для обработки высокотемпературных скважин эффективным является добавление в состав кислотного раствора хелатных агентов [1, 3, 4, 18], которые образуют с катионами металлов комплексные соединения. Данные агенты применяются для предотвращения осадкообразования соединений металлов, обладают малой коррозионной активностью, а также медленно реагируют с породообразующими минералами. В работе [3] в качестве хелатного агента для обработки рекомендуется использовать глюконат натрия. В другой работе [1] говорится о возможности использования в качестве хелатных агентов тетранатрий этилендиаминтетраацетата и тетранатрий N,N-диацетоглутамата. Авторами работы [18] были проведены фильтрационные испытания состава на основе натриевой соли гидроксиэтилендиаминтриуксусной кислоты на кернах с высоким содержанием карбонатов (24 и 15 %) при температуре 149 °С. В результате воздействия, проницаемость образца керна, содержащего 24 % карбонатов, увеличилась в 25 раз, а содержащего 12 % карбонатов – на 35 %.

Не мало важной частью подбора технологии кислотной обработки является не только анализ причин загрязнения целевого объекта, минералогического состава, фильтрационных свойств и свойств флюидов, но и правильный выбор методик испытания каждого из компонентов состава и качественная интерпретация результатов. В настоящее время цифровые технологии продвинулись далеко вперед и продолжают быстро развиваться, в связи с чем помимо стандартизированных методик испытания кислотных составов и добавок к ним существует возможность визуальной оценки степени взаимодействия подобранной кислоты с породой при помощи компьютерной рентгеновской 3D томографии [19, 20]. Результаты подобных исследований позволяют оценить как именно распространяется закачиваемая кислота в пределах конкретного образца горной породы при условиях близким в пластовым. На рисунке 3 представлен пример применения 3D томографии для оценки степени повреждения образца керна баженовской свиты после прокачки кислотного состава [2, 3, 21]. Серым цветом изображен скелет породы, а темные участки представляют собой зоны фильтрации кислоты. Отчетливо наблюдается значительное расширение фильтрационного канала в местах соприкосновения с кислотным составом.

Таким образом, для разработки эффективного кислотного состава необходимо провести ряд последовательных работ, опирающихся на геолого-физические параметры объекта. Использование ПАВ и других специальных добавок позволит исключить ряд негативных факторов, приводящих к отрицательному результату. Современный лабораторный комплекс и обширный рынок химических веществ дает все возможности для качественной разработки кислотных составов компаниями.

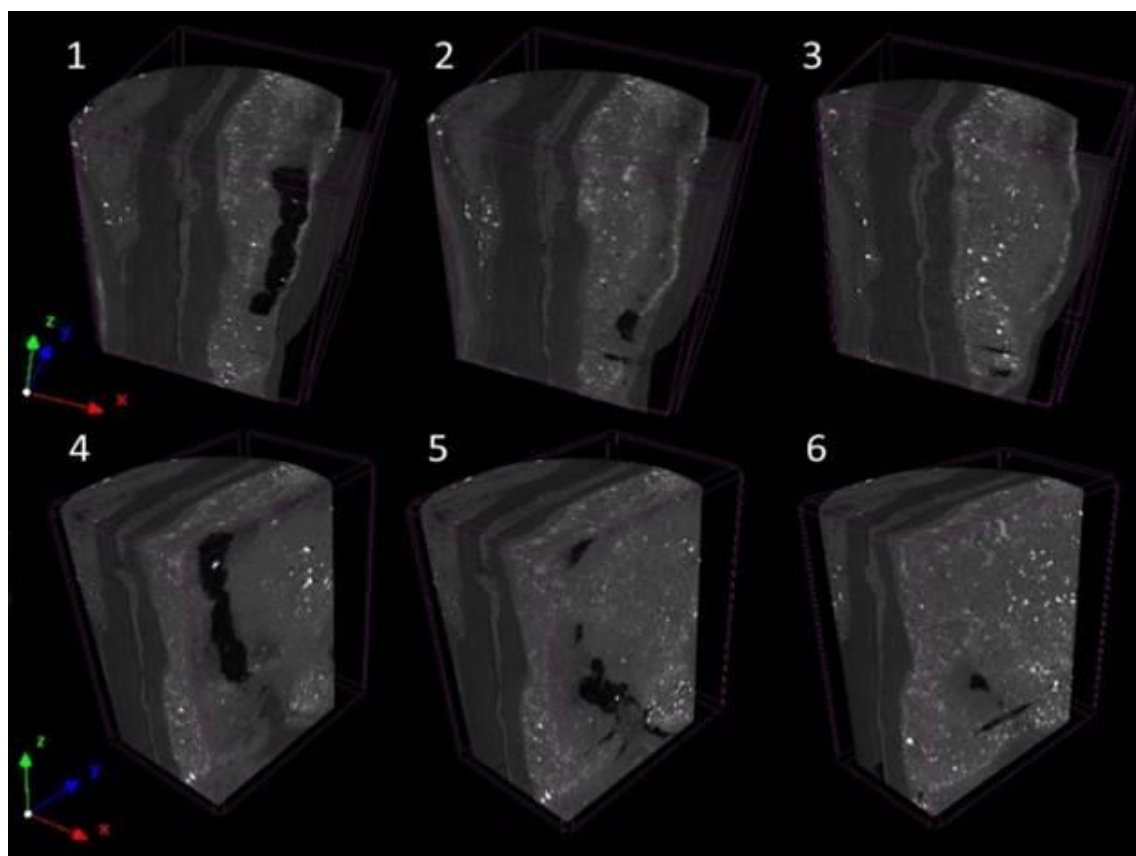


Рисунок 3. Трехмерная модель ядра после обработки кислотным составом [21]

Выводы по работе

1. Кислотная обработка терригенного коллектора является сложным технологическим мероприятием, для достижения максимального эффекта требуется комплексный анализ различных факторов с дальнейшим обоснованием принимаемых решений.
2. Описанный характер взаимодействия «традиционных» кислот с основными минералами терригенных коллекторов показывает необходимость учета минералогического состава целевого объекта обработки и его физических характеристик.
3. Для предотвращения возникновения описанных в статье проблем, например, несовместимости кислотного состава с пластовыми флюидами, необходимо учитывать их свойства и/или научно обоснованно подбирать необходимые добавки к кислотному составу.
4. Запланирован ряд исследований для подбора оптимальной технологии кислотной обработки на добывающих скважинах Средне-Хулымского месторождения с целью повышения эффективности интенсификации притока нефти.

ЛИТЕРАТУРА

1. Цыганков В.А. Разработка кислотных составов для низкопроницаемых терригенных коллекторов с повышенным содержанием карбонатов: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 02.00.11 / Цыганков Вадим Андреевич. – Москва, 2011. – 162 с.
2. Литвин В.Т., Стрижнев К.В., Шевчук Т.Н., Рошин П.В. Кислотная обработка призабойной зоны пласта бажендовской свиты после проведения гидроразрыва пласта. Нефтяное хозяйство. 2018. № 4. С. 70-73.
3. Литвин В.Т. Обоснование технологии интенсификации притока нефти для коллекторов бажендовской свиты с применением кислотной обработки: диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук: 25.00.17 / Литвин Владимир Тарасович. – Санкт-Петербург, 2016. – 131 с.
4. Литвин В.Т., Рязанов А.А. Рациональный подход к модификации кислотного состава для низкопроницаемых продуктивных пропластков бажендовской свиты // Вестник Евразийской науки, 2018 №3, <https://esj.today/PDF/80NZVN318.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.
5. Хромых Л.Н., Литвин А.Т., Никитин А.В. Обзор существующих поверхностно-активных веществ для интенсификации добычи нефти. Ашировские чтения. 2016. Т. 2. № 1-1 (8). С. 30-35.
6. Кислотные обработки пластов и методики испытания кислотных составов: Учеб. Пособие для студентов вузов / М.А. Силин, Л.А. Магадова, В.А. Цыганков и др. М.: РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, 2011. – 120 с.
7. Nitters G., Hagelaars A.M.P. Careful Planning and Sophisticated Laboratory Support: The Key to Improved Acidisation Results // paper SPE 20967, presented at the 59-th SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Dallas, Texas, USA. 1990.
8. Глущенко В.Н., Силин М.А. Нефтепромысловая химия: Изд. В 5-ти томах. – Т.4. Кислотная обработка скважин. – М.: Интерконтакт Наука, 2010. – 703 с
9. Силин М.А., Магадова Л.А., Цыганков В.А., Мухин М.М. Кислотная композиция для увеличения продуктивности скважин низкопроницаемых терригенных коллекторов с высоким содержанием карбонатов // Технологии нефти и газа. – 2010. – №1. – С. 41.
10. Харламов К.Н., Андреев О.В., Киселев К.В. Изучение химизма взаимодействия кислотных растворов с горной породой низкопродуктивных залежей нефти // Известия вузов. Нефть и газ. – 2005. – №1. – С. 19-24.
11. Исследования кислотных составов ЗАО НПФ «Бурсинтез-М», предназначенных для интенсификации добычи нефти / Коренько А.В., Игнатов. А.Н., Сергеев В.В. и др. // ВНИИОЭНГ. Нефтепромысловое дело. – 2014. № 9. С. 24-31.
12. Харисов, Р.Я. Комплексный подход к выбору оптимального кислотного состава для стимуляции скважин в карбонатных коллекторах / Р.Я. Харисов и др. // Нефтяное хозяйство. – 2011. – № 2. – С. 78-82.
13. Ле Вьет Хай, Велиев М.М. Повышение продуктивности добывающих скважин на основе неокислотных компонентов с образованием кислотного состава на забое скважин // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. – 2015. – Вып. 4 (102). – С. 52-59.

14. Kunze K.R., Shaugnessy C.M. Acidizing sandstone formations with fluoboric acid // SPEJ. – 1983. – Vol. 23. – №1. – P. 65-72.
15. Фарманзаде А.Р., Литвин В.Т., Рощин П.В. Подбор основы кислотного состава и специальных добавок для обработки призабойной зоны пласта бажендовской свиты. Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 3-4 (34). С. 68-72.
16. Силин М.А., Магадова Л.А. и др. Проведение исследований глубинных проб из нагнетательных скважин с целью разработки составов и технологий для обработки призабойной зоны пласта // Нефтепромысловое дело. – 2013. – №7. – С. 36-39.
17. Глазков А.А. О возможности применения сульфаминовой кислоты для обработки терригенных коллекторов / А.А. Глазков, Ф.Н. Маричев // Нефтепромысловое дело. 1980. №7. – С. 35-37.
18. Возможности интенсификации притока в высокотемпературных скважинах / Салах Аль-Харти, Оскар А. Бастос, Мэтью Сэмюэл и др. // Нефтегазовое обозрение. 2008-2009. Т. 20. №. 4. – С. 66-79.
19. M.S. Orlov, P.V. Roschin, I.A. Struchkov, V.T. Litvin. The Application of X-ray Micro Computed Tomography (Micro-CT) of Core Sample for Estimation of Physicochemical Treatment Efficiency // SPE Russian Petroleum Technology Conference, 2015.
20. Рощин П.В., Петраков Д.Г., Стручков И.А., Литвин В.Т., Васкес Карденас Л.К. Способ определения пространственного распределения в кернах эффективного порового пространства. патент на изобретение RUS 2548605 28.01.2014.
21. Карпунин Н.А., Литвин В.Т. Применение рентгеновской компьютерной томографии для оценки степени повреждения пласта в лабораторных условиях // Естественные и математические науки в современном мире: сб. ст. по матер. ЛП междунар. науч.-практ. конф. № 3(50). – Новосибирск: СибАК, 2017. – С. 62-69.

Karpunin Nikita Aleksandrovich

Saint-Petersburg mining university, Saint-Petersburg, Russia
E-mail: knaem@mail.ru

Ryazanov Arseny Alekseyevich

JSC RITEK, Beloyarskiy, Russia
E-mail: aaryazanov@ritekbel.ru

Khromyh Lyudmila Nikolaevna

Samara state technical university, Samara, Russia
E-mail: khromykh.lud@yandex.ru

Shukin Nikita Anatolievich

JSC RITEK, Beloyarskiy, Russia
E-mail: nashukin@ritekbel.ru

Modern experience handling bottomhole formation zone of terrigenous deposit by acid compositions

Abstract. During the process of development of oil and gas fields, the production rate and injectivity of injection wells can decrease significantly with time. In such cases, it becomes necessary to increase or restore the filtration characteristics of the bottomhole formation zone. This problem is especially acute in the development of low-permeability reservoirs, in particular the Bazhenov formation.

In this article, the authors summarize the many years of experience of various specialists in the field of acid treatments of the bottomhole zone of oil reservoirs, namely, the treatment of production wells in terrigenous reservoirs. The mechanisms of interaction of the most frequently used acid compositions with various minerals that can be present in terrigenous reservoirs are described. Examples are given of possible complications that may lead to a lack of proper effect from the treatment, or even cause a negative effect.

On the basis of the literature review, a number of parameters are indicated, the consideration of which is mandatory in the selection of an effective acid composition. For example: the mineralogical composition of the rock, the rate of chemical reactions of acids with various minerals of the formation, the degree of dissolution of rocks, the formation temperature, composition and properties of the formation fluids.

Also, the authors of the work presented examples of the results of their own research aimed at studying the degree of interaction of acid compositions with different samples of polymineral reservoirs.

The materials presented in the article make it possible to draw a conclusion that for the development of an effective acid composition it is necessary to carry out a series of consecutive works based on the geological and physical parameters of the object. The use of surfactants and other special additives will eliminate a number of negative factors that lead to a negative result. The modern laboratory complex and extensive market of chemical substances gives all opportunities for qualitative development of acid compositions by companies.

Keywords: oil well acidizing; bottom hole treatment; terrigenous reservoir; hydrochloric acid; mud acid; hydrofluoric acid; azotic acid; Bazhenov formation