

Эффективная химия: технологии щадящего глушения и интенсификации скважин ООО «Зиракс»

ENG

Д.А. Анфиногентов
Dmitry.Anfinogentov@zirax.com
Тел. +7 988 969-62-59
/ООО «Зиракс», г. Волгоград/

С.А. Демахин, к.г.-м.н.
sergey.demakhin@zirax.com
Тел. +7 927 221-22-70

/ООО «Зиракс-нефтесервис», г. Волгоград/

А.П. Меркулов
sales@zirax.com
Тел. +7 (8442) 494-999
/ООО «Зиракс», г. Волгоград/

Представлены технологии и химические реагенты для щадящего глушения и интенсификации скважин. Дано описание технологии, особенностей и опыта применения блокирующих составов для глушения в условиях аномально низких пластовых давлений. Сделан обзор солевых систем и химических добавок к ним для предотвращения негативного влияния жидкостей глушения на коллекторские свойства пласта. Показаны преимущества технологии пенокислотной обработки с применением CO_2 , позволяющей достигать более высоких эффектов по увеличению дебита нефтяных и газовых скважин. Все технологии активно внедряются в нефтегазовых компаниях, в том числе в ООО «РИТЭК».

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: интенсификация скважин, блокирующий состав PLASTIROX, глушение скважин, скважины с аномально высоким пластовым давлением (АВПД), реагент Wotasoft, пенокислотные обработки скважин с использованием CO_2

При проведении внутрискважинных ремонтных работ сталкиваются с целым рядом негативных последствий, начиная с поглощения жидкости глушения и заканчивая обводненностью добываемой продукции и оказанием негативного влияния на фильтрационно-емкостные свойства призабойной зоны пласта (ПЗП). Как результат, последующее освоение и вывод скважин на режим затруднены, а иногда и вовсе наблюдается существенное падение дебита скважин. Поэтому глушение объектов с аномально

низким пластовым давлением (АНПД) требует особого подхода и применения блокирующих составов.

Это особенно актуально для скважин с посаженным пластовым давлением, высокой проницаемостью коллектора, высоким газовым фактором. Компанией ООО «Зиракс» в 2017 г. была разработана и успешно внедрена многокомпонентная система PLASTIROX / «Пластирокс», принцип которой основан на создании малопроницаемой фильтрационной корки на внутренней поверхности ствола скважины

Effective Chemistry: "ZIRAX" LLC Non-Damaging Well Killing Procedure and Stimulation of Well Oil Operation

D.A. Anfinogentov /"Zirax" LLC, Volgograd/,
S.A. Demakhin, PhD /"Zirax-nefteservice" LLC,
Volgograd/, A.P. Merkulov /"Zirax"/

The authors of the paper present the technologies and chemical reagents for non-damaging well killing and stimulation and provide the description of technology, features and experience in applying well-killing compositions in conditions of abnormally low formation pressure. The paper contains the review of salt systems and chemical additives to them so as to prevent the negative effect of well-killing fluids on reservoir properties. The paper also illustrates the advantages of foam acid well treatment procedure with the use of CO_2 , which allows achieving higher effects upon the growth in oil and gas wells' flow rate. All these procedures are being actively implemented in oil and gas companies, including "Ritek" LLC.

KEY WORDS: stimulation of well operation, PLASTIROX plugging composition, well killing, wells with abnormally high formation pressure (AHFP), "Wotasoft" reagent, foam acid well treatment and the use of CO_2



Рис. 1. Обратная фильтрация нефти и воды через фильтрационную корку PLASTIROX

с проникновением не более ~1 мД; за основу модели взята теория идеальной упаковки Кауффера (IPT – Ideal Packing Theory) [1].

Применение в составе уникального органогидрофильного крахмала, который не только оказывает минимальное воздействие на пласт, но и позволяет при создании минимальной депрессии в кратчайшие сроки удалить весь блокирующий состав из ПЗП, делает технологию уникальной. Данный эффект достигается за счет образования олеофильных каналов в сформированной фильтрационной корке при поступлении флюида. Иными словами, в результате вызова притока происходит растворение одного из основных компонентов блок-состава, который, в свою очередь, разрушает целостность созданного барьера. Таким образом, фильтрационная корка непроницаема для жидкости глушения и обладает проводимостью для углеводородов (рис. 1). Данный факт неоднократно был подтвержден в профильных институтах и лабораториях крупнейших нефтепользователей нашей страны и некоторых республик СНГ. Как результат, восстановление проницаемости блокирующего состава PLASTIROX достигает 85–99 % (по результатам фильтрационных исследований на керне в лабораториях нефтепользователей), что сопоставимо с результатами применения технологий на углеводородной основе. Блокирующий состав не требует дополнительного применения деструкторов, брейкерных систем или проведения соляно-кислотных обработок.

Блокирующий состав PLASTIROX совместим со всеми применяемыми жидкостями затворения, рассолами хлористого натрия, хлористого калия, хлористого кальция, нитрата кальция, подтоварными и пластовыми водами. За счет этого плотность готовой пачки можно регулировать от 1,05 до 1,50 г/см³. Блок-состав выдерживает репрессию на пласт до 130 атм, что позволяет без рисков проводить операции в скважинах с АНПД, где требуется плотность значительно ниже 1,0 г/см³. Несмотря на то, что система биополимерная, ограничение по забойной температуре составляет 160 °С (подтверждено лабораторными испытаниями).

Важный момент – это удобство применения, которое достигается за счет того, что все компоненты блокирующего состава находятся в одном мешке, а это значительно упрощает процесс затворения готовой пачки и снижает влияние человеческого фактора. Для приготовления достаточно наличия одного агрегата типа ЦА-320, а завоз готового состава возможен с солерастворного узла. В пластовых условиях стабильность обеспечивается на протяжении 21 суток, а этого времени более чем достаточно для выполнения внутрискважинных работ любого типа.

В трещиноватых коллекторах желателен комплекс применения технологии PLASTIROX в комплексе с саморазрушающимися волокнами EXTELINT.

Они позволяют снизить проницаемость за счет формирования внутри трещин армирующей структуры, на которой, в свою очередь, системой PLASTIROX создается фильтрационная корка. Волокнистая добавка имеет размер в диапазоне от 5 до 15 мм, при этом длина волокон пропорциональна сечению, что обеспечивает определенную упругость и не позволяет волокнам глубоко проникать в трещины. Так называемый фактор жесткости позволяет сформировать непроницающую «пробку» на входе в зону поглощения. Для подтверждения данного факта в лабораторных условиях на керамическом блоке была смоделирована трещина шириной 5 мм, высотой 51 мм и глубиной 70 мм, а также высверлено отверстие диаметром 25 мм, имитирующее скважину (рис. 2). Далее была произведена совместная закачка волокнистой добавки EXTELINT и блок-состава PLASTIROX, и, как видно на данном рисунке, трещина была успешно закольматирована без глубокого проникновения, что подтверждает эффективность данного решения.

Срок стабильности волокнистой добавки устанавливается путем закладывания в состав в процессе приготовления пачки требуемого количества деструктора. Тем самым возможно производить контроль времени деградации от 1 суток

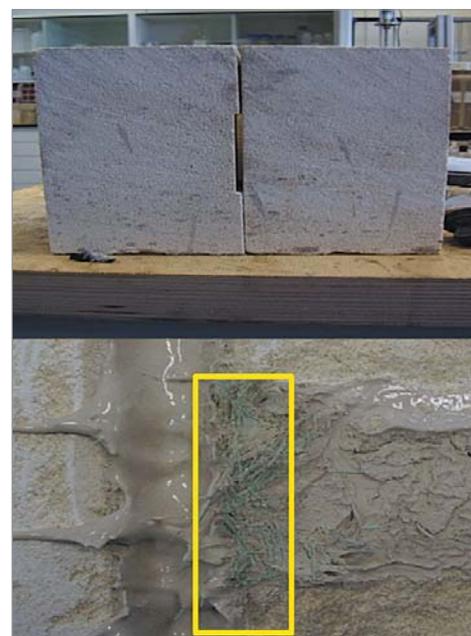


Рис. 2. Кольматация трещины составом PLASTIROX с добавкой EXTELINT

до 8 недель. Технология также не требует дополнительного проведения соляно-кислотных обработок или закачки дополнительных разрушителей перед выводом скважины на режим.

На текущий момент технология PLASTIROX компании ООО «Зиракс» была применена более чем на 1000 объектах РФ (Волго-Уральский регион, Западная и Восточная Сибирь, Республика Коми, Северный Кавказ) и Республики Казахстан.

Одним из важных вопросов остается применение высокочистых жидкостей глушения, в том числе определенных рассолов определенной плотности с целью оказания на продуктивный пласт достаточного противодействия в процессе глушения скважин. Особенно данный момент важен в скважинах с аномально высоким пластовым давлением (АВПД), т.к. в подавляющем большинстве на объектах данного типа блокирующие составы не применяются. Связано это с рядом следующих причин:

- минимальным объемом отфильтровываемой жидкости глушения в пласт;
- относительно незатруднительным выводом скважин на режим;
- ограниченным количеством совместимых решений с дивалентными солевыми составами;
- ограниченным бюджетом.

По этой причине к жидкостям глушения повышенной плотности предъявляются особые требования:

- минимальное содержание взвешенных частиц;
- инертность к горным породам, составляющим коллектор;
- высокие ингибирующие показатели относительно глинистых составляющих;
- совместимость с пластовыми флюидами и недопущение образования стойких водонефтяных эмульсий;
- низкое коррозионное воздействие на внутрискважинное оборудование;
- термостабильность при высоких забойных температурах и морозостойчивость в зимних условиях;
- минимальный показатель в нефелометрических единицах (максимальная прозрачность рассола).

Компания ООО «Зиракс» на протяжении многих лет занимается разработкой и производством жидкостей глушения и является одной из лидирующих компаний на российском рынке в поставке готовых предложе-

Солевые системы для глушения скважин ООО «Зиракс»

Наименование	Плотность, г/см ³
PelletOil	1,18-1,38
PelletOil WotaSoft	1,18-1,38
SoMaxOil WotaSoft	1,15-1,45
MaxOil WotaSoft марка М	1,15-1,50
MaxOil WotaSoft марка Е	1,38-1,62
MaxOil WotaSoft марка В	1,38-1,85
MaxOil WotaSoft марка Д	1,60-2,10

ний в нефтегазовую отрасль. В своем арсенале имеет ряд технологичных решений (см. **таблицу**), позволяющих не только удовлетворять вышеперечисленным требованиям, но и достигать более высоких показателей по максимальному сохранению коллекторских свойств пласта. С этой целью компания разработала специальную добавку WotaSoft, которая представляет собой комплекс специальных поверхностно-активных веществ, обеспечивающих щадящее воздействие жидкости глушения на состояние продуктивного пласта. Благодаря деэмульгирующей способности этого реагента происходит разрушение стабильных эмульсий, предотвращается их повторное образование. Влияние на смачиваемость реагентом WotaSoft снижает глубину капиллярной пропитки породы водой и предотвращает глубокое проникновение жидкости глушения. Снижение межфазного натяжения обеспечивает более быстрое и полное удаление жидкости глушения из пласта при запуске скважины в эксплуатацию. Этот эффект усиливается за счет гидрофобизирующего воздействия данного реагента, влияющего на капиллярные и поверхностные эффекты в поровом пространстве пласта. Также за счет гидрофобизации поверхности глинистых минералов, содержащихся в пласте, удается предотвратить их гидратацию и последующее набухание.

Преимуществом добавки WotaSoft является то, что нет необходимости ее приобретать для применения, а также обрабатывать жидкость глушения перед проведением внутрискважинных работ. Данный компонент наносится на гранулы определенного солевого продукта методом напыления кипящим слоем непосредственно на производстве. Ранее проведенные многочисленные лабораторные исследования и промышленные испытания непосредственно на объектах позволили определить оптимальную концентрацию продукта, но для достижения определенных конкретных целей всегда остается возможность внесения изменений в технологический процесс его производства. Все солевые продукты отличаются высоким содержанием основного вещества (98–99 %), отсутствием примесей и наименьшим содержанием солей железа, что в совокупности с технологией WotaSoft позволяет оказывать минимальное воздействие на фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) коллектора и поддерживать продуктивность скважин после проведения ремонта без снижения проницаемости.

Результатом применения солевых продуктов компании ООО «Зиракс», обработанных технологией WotaSoft, является:

- восстановление проницаемости, превышающее этот показатель более чем на 50 % в сравнении с применением солевых систем, не обработанных данной добавкой;
- достижение наилучшего показателя по ингибированию набухающих пород в продуктивном коллекторе;
- сокращение времени вывода скважин на режим более чем в два раза;

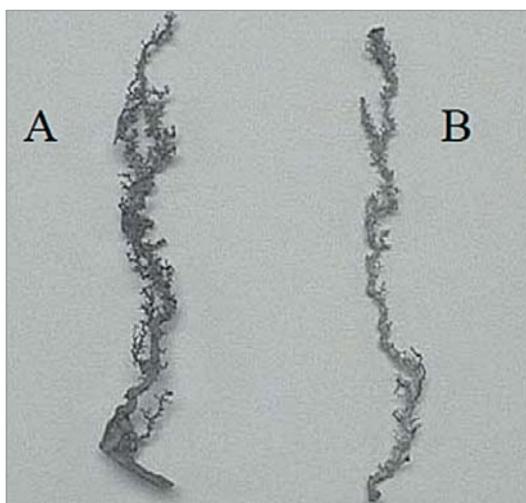


Рис. 3. Сравнение червоточин при классической обработке (А) и при пенной газовой обработке (В)

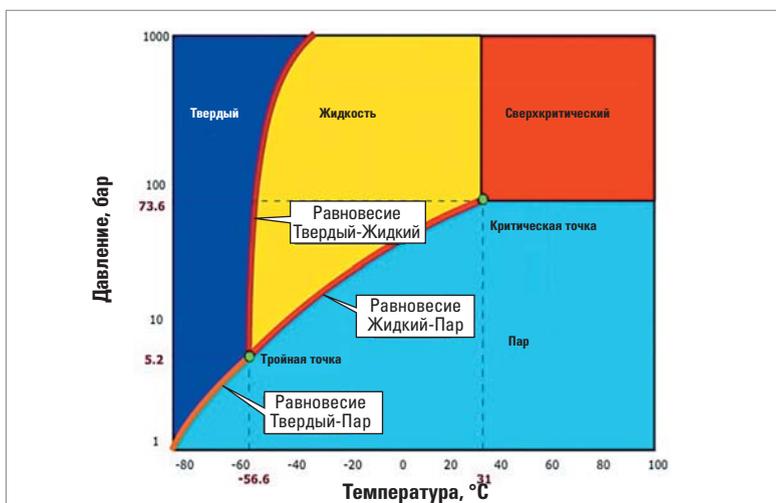


Рис. 4. Диаграмма состояния CO₂

- предотвращение образования эмульсий;
- снижение скорости коррозии, благодаря чему увеличивается срок эксплуатации внутрискважинного оборудования и обсадной колонны;

■ полное отсутствие необходимости в подборе, тестировании на совместимость и закупке специализированных добавок к солевым растворам (деэмульгаторы, гидрофобизаторы, ингибиторы, бактерициды и т.п.).

Еще одной инновационной технологией, активно внедряемой в ООО «РИТЭК», является проведение пенокислотных обработок с использованием CO₂. Преимущества применения вспененного кислотного состава перед обычной кислотной обработкой хорошо известны:

■ замедляется растворение карбонатного материала, что способствует более глубокому проникновению активной кислоты в пласт; в результате к дренированию приобщаются удаленные от скважины участки пласта, ранее недостаточно охваченные процессом фильтрации или совершенно не вовлеченные в него;

■ малая плотность кислотных пен (400–800 кг/м³) и их повышенная вязкость создают в зонах повышенной проницаемости и/или трещиноватости эффект отклонения, благодаря чему существенно увеличивается охват воздействием кислоты всей вскрытой продуктивной мощности пласта. Это особенно важно при больших продуктивных мощностях пласта и пониженных пластовых давлениях;

■ газовый пенный состав улучшает эффективность проникновения червоточин в породу, снижает степень разветвленности червоточин (рис. 3), при этом обеспечи-

вая снижение до 25–30 % общего объема закачиваемой кислоты;

■ улучшаются условия очистки призабойной зоны пласта от продуктов реакции: присутствие поверхностно-активных веществ снижает поверхностное натяжение как активной, так и отреагировавшей кислоты на границе с нефтью, а наличие пузырьков газа в отреагировавшем растворе улучшает условия и качество освоения.

Данный метод кислотных обработок был улучшен ООО «Зиракс-нефтесервис» совместно с ООО «Праксэа Рус» (подразделение компании Linda) путем использования CO₂, находящегося в сверхкритическом состоянии (рис. 4).

В таком состоянии исчезает различие между жидкой и газовой фазами [2]. Обладая высокой плотностью, свойственной жидкостям, и низкими значениями поверхностного натяжения и вязкости, характерными для газов, сверхкритический CO₂ способен более легко проникать в пористые среды по сравнению с жидкостями. Его высокая растворяющая способность позволяет снижать как вязкость нефти в пластовых условиях, так и межфазное натяжение. Все это резко повышает эффективность пенокислотной обработки и обеспечивает увеличение притока углеводородов к скважине.

Проведенные в 2019 г. по данной технологии две обработки скважин в Волгоградской области показали очень хорошие результаты. Накопленная дополнительная добыча нефти только за шесть месяцев составила две и шесть тысяч тонн нефти.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Глушение скважин блок-пачками – эффективное средство сохранения фильтрационных свойств продуктивного пласта / С.А. Демахин, А.П. Меркулов, Д.Н. Касьянов, С.В. Малайко,

Д.А. Анфиногентов, Е.М. Чумаков // Нефть и газ Евразии. – 2014. – № 8. – 9. – С. 56–57.

2. Филенко Д.Г., Дадашев М.Н., Винокуров В.А. Исследование влияния термобарических условий на вытеснение нефти диоксидом углерода в сверхкритическом состоянии // Научно-технический сборник «Вести газовой науки». – 2012. – № 3. – С. 371–382.