

Колесник П.А.

*Старший преподаватель ОРЭНиГМ филиала РГУ нефти и газа (НИУ)
имени И.М. Губкина в городе Оренбурге*

Зидиханов И.Т.

*студент Уфимского государственного нефтяного технического
университета*

Кочугин М.Е.

*студент Уфимского государственного нефтяного технического
университета*

Мустафин Р.А.

*студент Уфимского государственного нефтяного технического
университет*

АНАЛИЗ ДЕСТРУКЦИИ ПОЛИМЕРОВ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ СКВАЖИН

***Аннотация:** Данная статья посвящена деструкции полимеров при капитальном ремонте скважин. Цель статьи – повышение эффективности ремонтных работ совершенствованием составов технологических жидкостей для капитального ремонта скважин. Применяемые в процессе ремонта скважин технические жидкости определяют успешность освоения скважин с максимальной продуктивностью [1]. Причинами ухудшения фильтрационно-емкостных свойств продуктивных горизонтов в процессе проведения ремонтных работ, являются насыщение коллектора частицами твердой фазы, набуханием глинистых отложений, осаждение нерастворимых осадкой и т.д. Одним из осложнений, происходящим в процессе ремонта, является частые поглощения промывочных и задавочных жидкостей, так как работы проводятся в условиях дренированного*

коллектора и падений пластовых давлений. С целью повышения вязкости жидкостей при выполнении ремонтных работ особое применение нашли насыщение растворов природными и синтетическими полимерами.

Ключевые слова: Бурение, скважина, деструкция, полимер, буровой раствор.

ANALYSIS OF POLYMER DESTRUCTION DURING WELL OVERHAUL

Abstract: *This article is devoted to the destruction of polymers during major well repairs. The purpose of the article is to increase the efficiency of repair work by improving the composition of process fluids for major well repairs. The technical fluids used in the process of well repair determine the success of well development with maximum productivity [1]. The reasons for the deterioration of the filtration and capacitance properties of productive horizons during the repair work are saturation of the collector with solid particles, swelling of clay deposits, precipitation of insoluble sediments, etc. One of the complications that occurs during the repair process is the frequent absorption of flushing and filling fluids, as the work is carried out in conditions of a drained reservoir and reservoir pressure drops. In order to increase the viscosity of liquids during repair work, saturation of solutions with natural and synthetic polymers has found special application.*

Keywords: *Drilling, borehole, destruction, polymer, drilling mud.*

Существующие составы жидкостей глушения применяются в процессе ремонтных работ и обладают следующими характеристиками: составы жидкостей глушения на водной основе до 2300 кг/м³, специальные составы плотностью более 2300 кг/м³, содержащие твердую фазу, которые должны обеспечивать пожарную и взрывную безопасность, быть экономически целесообразными, оказывать минимальное загрязняющее действие на продуктивный горизонт.

Ранее, применялись чистые рассолы на основе технической воды, однако данные жидкости глушения оказывали негативное влияние на технологический процесс освоения и эксплуатации скважины – поглощение жидкости глушения. С целью недопущения поглощений жидкостей глушения в них вводят специальные реагенты – полимерные загустители и кольматанты, которые закупоривают продуктивный пласт на время ремонтных работ. В зависимости от применяемых полимерных реагентов, жидкости глушения могут обладать тиксотропичными и нетиксотропичными свойствами.

В современных условиях проведения ремонтных работ все более частое применение находит использование вязкоупругих составов – мягкого «изолирующего пакера». Они представляют собой упругие гели с низкой подвижностью, при этом данные составы обладают следующими преимуществами: снижение негативного влияния технологических жидкостей на пласт-коллектор; значительно меньшие объемы по сравнению с другими типами жидкостей глушения; высокие значения структурно-механических свойств; возможность разрушения по окончании работ.

Гелеобразные составы выступают в виде барьера, препятствующего проникновению в пласт фильтрата жидкости, а также препятствующего поступлению флюида в пласт в процессе проведения ремонтных работ.

Образование системы вязкого состава происходит при реакции сшивки молекул полимеров ионами металлов Cr^{3+} , Al^{3+} , Cu^{2+} , которые теряют кинетическую самостоятельность (рисунок 1) [6].

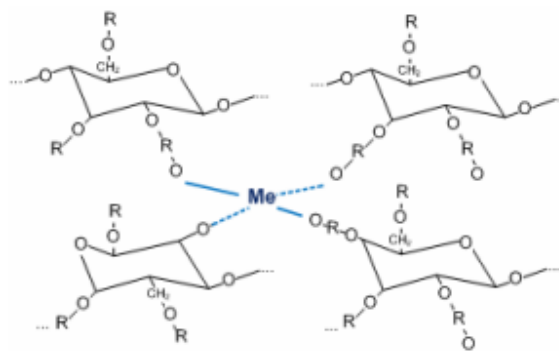


Рисунок 1 – Схема реакции сшивки молекул полисахаридов ионами переходных металлов

По всеместно, на территориях многих месторождений производится глушение скважин при помощи вязкоупругих составов. Рассмотрим глушение скважины на территории месторождения Пермского края.

Сравнительный анализ данных по результатам эксплуатации скважин до ремонтных работ и после, выявил недостатки применения вязких составов в качестве жидкостей глушения.

Плотные остатки неразрушенной вязкой системы попадают в механизм глубинного насосного оборудования, закупоривая рабочие области, приводят его в неисправное состояние. Анализ данных показал, уменьшение расстояние спуска насосного оборудования и верхней границы пачки вязкого состава способствует отказу насосного оборудования. Именно поэтому, актуальной задачей многих компаний является применение вязкоупругих составов, имеющих склонность к разрушению до маловязких жидкостей по окончании работ, с целью проведения безаварийных работ по установке и работе насосного оборудования. В сравнении с вязкоупругими составами, применяемыми при гидравлических разрывах пласта, вязкоупругие составы для ремонта скважин обладают более высокими значениями структурно-механических свойств, однако, во многом аналогичны по свойствам (рисунок 2) [6].



ВУС на основе полисахаридов



«Сшитый» гель ГРП

Рисунок 2 – Внешний вид

Бурение нефтяных и газовых скважин при первичном вскрытии продуктивных горизонтов несомненно ухудшает коллекторские свойства, однако с развитием современных технологий степень загрязнения была сведена к минимуму. Однако, при вторичном вскрытии зон продуктивного пласта происходит неизбежное загрязнение прискважинной зоны продуктами перфорации и последующих испытаний, при этом получают двухфазные потоки с опережающим движением воды. При проведении ремонтно-изоляционных работ уже действующих скважин, жидкостям глушения предъявляют особые требования, основным из них является условие полного удаления жидкости глушения по окончании работ, а также минимальное воздействие на продуктивный пласт. В качестве изолирующих материалов все больше используются полимерные составы жидкостей глушения, обладающие высокими структурно-механическими свойствами.

Опыт применения различных методов ограничения и изоляции притока пластовых вод в нефтяных скважинах с помощью мономерных, олигомерных и полимерных материалов неорганической, органической и элементоорганической природы в нашей стране и за рубежом свидетельствует о том, что наиболее предпочтительно для этих целей

использование селективных водоизолирующих материалов элементоорганической природы [2, 4, 5].

Проведение качественных работ по испытанию, ремонту и получению достоверной информации по характеру насыщения продуктивного пласта, получения продуктивных характеристик продуктивных горизонтов с целью получения притока пластового флюида является целью проведения ремонтно-изоляционных работ.

Проведем патентный обзор жидкостей глушения для нефтяных и газовых скважин. В патенте под номером №RU 2187529, на основе полимера Praestol, применяются следующие реагенты – полимерный комплекс, состоящий из Praestol 2540, сульфатцелла и сульфата алюминия $Al_2(SO_4)_3$, включает в себя воду и добавку алюмосиликатных микросфер АСМ в качестве кольматанта.

Соотношение компонентов, применяемых в вязком составе на основе полимера Praestol 2540, масс. %: Praestol 2540 – 0,3 - 0,6; сульфатцелл – 0,4 – 0,8; сульфат алюминия – 0,075; алюмосиликатные микросферы АСМ – 2,5 – 10,0%; вода – остальное. Praestol 2540 – анионактивный полимер, производится на Российско-Германском производстве ЗАО «Компания–Штокхаузен - Пермь» по ТУ 2216–001–409–10172–98.

Наиболее распространенным методом изолирования и ограничения притока пластового флюида в нефтяных и газовых скважинах в современных условиях нефтегазовой индустрии является применение жидкостей глушения на основе водорастворимых полимеров акрилового ряда.

В основном используются водорастворимые полимеры акрилового ряда: полиакрилонитрил (гипан) и полиакриламид (ПАА), при этом данные составы имеют некоторые ограничения.

Применение гипана ограничивается минерализацией пластовых и закачиваемых вод в условиях месторождений Западной Сибири, применение полиакриламида ограничивается низкой технологичностью при отрицательных температурах.

Также известно применение сополимеров метакриловой кислоты и метакриламида и других. Данные составы являются ограничителями притока пластовых вод, снижают проницаемость горных пород при взаимодействии с солями пластовых флюидов и адсорбции полимеров на породе. Также известно применение нефтесернокислотных смесей (НСКС) и тяжелых нефтепродукты (гудрон, битум). Данные методы ограничиваются условиями применения, а также влиянием на конечные коллекторские свойства продуктивных горизонтов.

Экспериментальные исследования деструктора полимерных реагентов и оценка его эффективности

Моделирование различных ситуаций образования и разрушения сплошного геля осуществлялось в два этапа.

При этом применялся следующий состав жидкости глушения:

- Praestol 2540 – 0,5;
- вода – остальное.

На первом этапе были приготовлены образцы полимерных систем на основе реагента «Praestol-2540», исследовался деструктор на основе перекиси водорода и гипохлорита натрия. Приготовление состава выполнялось путем смешения реагентов и воды при 20 °С. На втором этапе проводилось изучение деструкции приготовленных жидкостей глушения.

Опыт по деструкции полимеров состоял в том, что к составу добавляли некоторое количество деструктора – NaOCl (гипохлорит натрия) различной концентрации.

Сразу после контакта с деструктором засекали время начала эксперимента и наблюдали за состоянием систем визуально – при исчезновении гелевой структуры фиксировалось время.

Далее образцы испытывали на вискозиметре. На двух сериях контрольных образцов на основе воды отслеживали стабильность системы без деструкторов в течение суток. Результаты измерений приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Результаты исследований (концентрация 20 %)

Название реагента	Концентрация	Время, мин	Вязкость 6 об/мин	Вязкость 3 об/мин
Praestol 2540	- %	-	410	483
Praestol 2540 + деструктор	20 %	10	221	270
Praestol 2540 + деструктор	20 %	20	123	150
Praestol 2540 + деструктор	20 %	30	99	127
Praestol 2540 + деструктор	20 %	50	47	66

Таблица 2 – Результаты исследований (концентрация 50 %)

Название реагента	Концентрация	Время, мин	Вязкость 6 об/мин	Вязкость 3 об/мин
Praestol 2540	- %	-	410	483
Praestol 2540 + деструктор	50 %	10	134	260
Praestol 2540 + деструктор	50 %	20	98	110
Praestol 2540 + деструктор	50 %	30	27	41
Praestol 2540 + деструктор	50 %	50	9	12

По результатам эксперимента установлено, что реологические характеристики стабилизируются после 20 минут проведения эксперимента.

По результатам исследований после 50 минут взаимодействия с деструктором вязкость раствора снизилась в более чем 35 раз, что говорит об эффективности данного деструктора. Результаты экспериментов представлены на рисунках 3, 4.

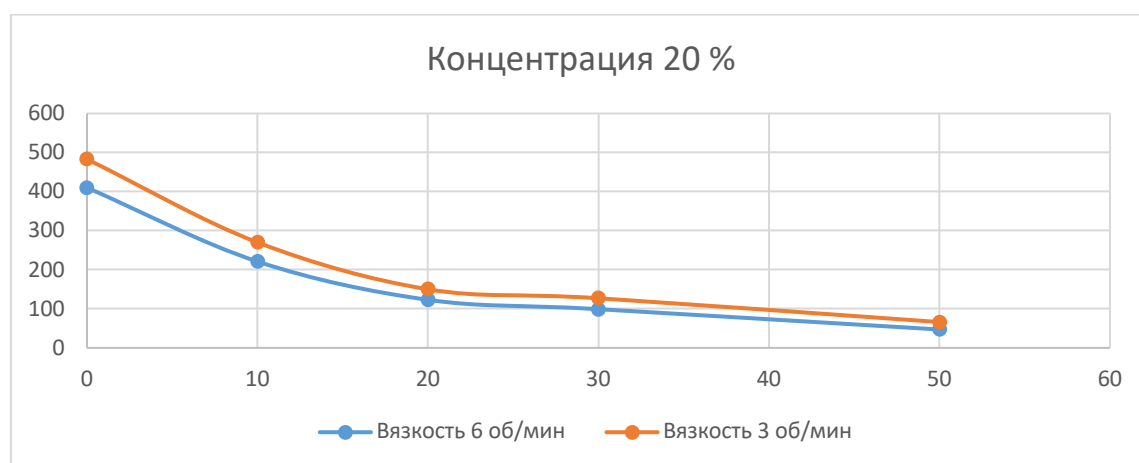


Рисунок 3 – Результаты эксперимента при концентрации 20 %

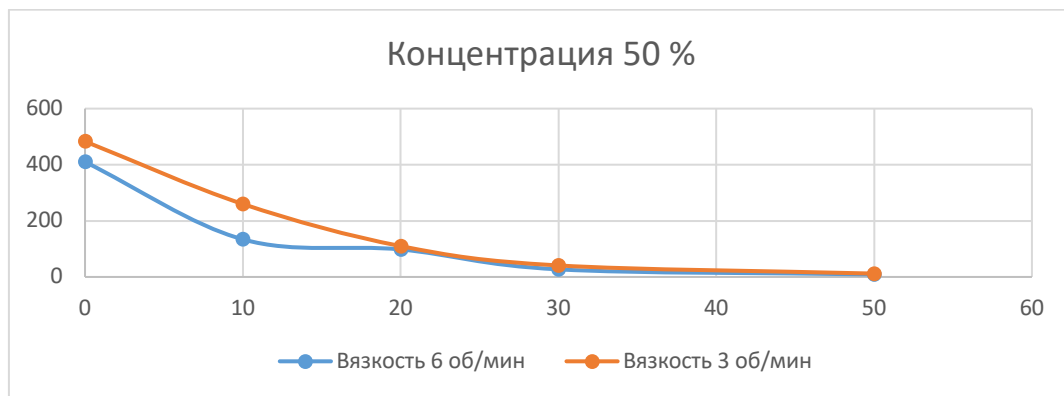


Рисунок 4 – Результаты эксперимента при концентрации 50 %

Выводы

Установлено, что контакт полимерно-гелевой системы с такими окислителями как гипохлорит натрия и перекись водорода при различных концентрациях в воде и температуре приводит к необратимой деструкции гелей. Время, необходимое для полной деструкции при комнатной температуре снижается с ростом концентрации окислителей в воде и минимально для концентрированных растворов гипохлорита натрия – 0,9 часа, а для перекиси водорода – 16 часов.

Колесник П.А., Зидиханов И.Т., Кочугин М.Е., Мустафин Р.А. ©

2025

Список использованных источников:

- 1 Фахретдинов Р.Н. [и др.] Перспективы применения гелеобразующих систем для повышения нефтеотдачи пластов на поздней стадии разработки месторождений // Нефтепромысловое дело. – 1994. – № 5. – С. 12–13.
- 2 Повышение эффективности полимерного заводнения [Электронный ресурс]. – URL: https://snf-group.ru/wpcontent/uploads/2015/05/Oil30_Years_of_EOR.pdf
- 3 Барабанов В.Л., Демьяновский В.Б., Каушанский Д.А. Изучение реологической неоднородности жидких систем на примере набухших в воде дисперсных гелей полиакриламида // Георесурсы, геоэнергетика, геополитика. 2016. Вып. 1(13). С.
- 4 Окроелидзе Г.В., Некрасова И.Л., Гаршина О.В. и др. Изучение процесса диспергирования вязкоупругих составов под влиянием реагентов-деструкторов различной химической природы // Башкирский химический журнал. 2016. Т. 23, № 2. С. 32–40
- 5 Швецов И.А. [и др.] Новые технологии применения полимерных реагентов в добыче нефти // Состояние и перспективы работ по повышению нефтеотдачи пластов: сб. докл. II науч.-практ. конф. – Самара, 1998. – С. 44–47.
- 6 Forsans T.M., Schmitt L. Capillary forces: the neglected factor in shale instability studies? // EUROCK'94. – Balkema, Rotterdam, 1994. – Vol. 71. DOI: 10.2118/28029-MS