Повышение эффективности полимерного заводнения

30 лет опыта в области технологий повышения нефтеотдачи пластов

SNF FLOERGER

Содержание

1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ SNF 2
A. Общая информация 3
B. Нефтепромысловое подразделение 3

2. ПОЛИМЕРНОЕ ЗАВОДНЕНИЕ 4
A. Повышение нефтеотдачи пласта: факты и цифры 5
B. Что такое полимерное заводнение? 6
C. Заводнение с использованием ПАВ и полимера 6
D. Заводнение с использованием щелочи, ПАВ и полимера 6

3. ПОЛИМЕРЫ SNF И ИХ ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА 8
A. Сырье 9
B. Процессы полимеризации 9
C. Ассортимент продукции, стабильность разных видов продукции 10
D. Выводы и промежуточные итоги 15

4. ОТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДО РАБОТ ПО ЗАКАЧИВАНИЮ 16
A. Лабораторные испытания: подбор лучшего полимера 17
B. Комплекс полимерного заводнения - от проектирования до эксплуатации 19

5. ВОДООЧИСТКА 22
A. Механическая обработка 23
B. Физико-химическая обработка 24
Заключение 25

Общая информация об SNF

С первых дней своего существования компания SNF находилась в состоянии непрерывного роста, став в результате мировым лидером в области полимерных технологий водоочистки, а также повышения нефтеотдачи пластов. Достичь этого удалось благодаря тому, что на всех этапах своего развития компания придерживалась высоких технических и этических стандартов. При разработке стратегии развития мы всегда учитываем экологические и социальные факторы; это позволило SNF стать примером того, как можно достичь стабильного роста, не забывая при этом и об охране окружающей среды. SNF всегда была и по сей день остается независимой компанией, имеющей возможность направлять все денежные поступления на обеспечение максимальных темпов роста. Мы также ориентированы на постоянное усовершенствование химического состава и качества производимой продукции, с тем чтобы она в полной мере отвечала целям наших заказчиков. В основе нашего лидирующего положения также лежит стратегическое партнерство с поставщиками и широкий географический охват, позволяющий нам эффективно обслуживать всех наших клиентов. Высококвалифицированные специалисты SNF каждый день усиленно работают над решением всё новых задач, которые ставит перед нами энергетическая отрасль. От химических изысканий – к рассмотрению концепций, от лабораторных исследований – к работе на месторождениях, от составления проекта – к работам по закачиванию.

Краткий обзор деятельности

SNF была основана в 1978 г. как частная химическая компания. SNF занимается изготовлением полимеров на основе полиакриламида, предназначающихся для применения в различных областях деятельности, таких как водоподготовка, повышение нефтеотдачи пластов, гидравлический разрыв пласта, горнодобывающая промышленность, косметическая промышленность, бумажное производство, сельское хозяйство и текстильная промышленность. За тридцать лет непрерывного роста компания SNF стала мировым лидером в области полимерных технологий водоподготовки и повышения нефтеотдачи пластов. На сегодняшний день, имея в своем распоряжении более 3300 сотрудников и производственные базы по всему миру, мы способны удовлетворить любые требования заказчиков.

SNF всегда вкладывала значительные средства в производственные мощности по всему миру.

Андрезьё

Райсборо

Плакемин

Нефтепромысловое подразделение SNF

Продукция SNF находит обширное применение в рамках нефтегазовой отрасли:

- FLODRILL: продукция для приготовления буровых растворов на водной основе. В ассортименте представлены понизитель водоотдачи для буровых и цементных растворов, загустители, растворители, ингибитор глинистых сланцев, модификатор для бентонитовой глины.
- FLOJET DR: продукция для понижения сопротивления и производства гидроразрыва пластов.
- FLOPERM: продукция для воздействия на пласт (гели, микрогели), для борьбы с пескопроявлением и для выравнивания профиля приемистости.
- FLOPAM, FLOQUAT, FLOSPERSE: продукция для замедления процесса образования накипи, коагуляции и флокуляции, снижения содержания эмульсии «масло в воде» и общего количества взвешенных частиц, для осушения нефтеносных песков (тонких хвостов).
- FLOPAAM: продукция для повышения нефтеотдачи пластов (технология EOR).

В последнее годы наблюдается значительный рост популярности химических технологий повышения нефтеотдачи пласта, особенно полимерного заводнения. Связано это с растущим спросом на источники энергии, и как следствие, с необходимостью в добыче большего количества нефти. В целях удовлетворения этих растущих потребностей компания SNF построила в городе Плакемин (штат Луизиана, США) завод, специализирующийся на производстве продукции для обслуживания именно этого рынка.

Компания SNF изготавливает продукцию, представленную как в виде жидкостей (эмульсия «вода в воде» или «вода в масле»), так и в виде твердого вещества (порошки) – с учетом разных требований и возможностей потребителей. В таблице справа дана краткая сравнительная характеристика. Основное различие заключается в содержании активного вещества: это >95% в случае с порошком и только 30% в случае с эмульсией. Работать с эмульсиями, к примеру, на морских объектах, оказывается проще (в таблице отмечено как +, т.е. преимущество), однако, данный вид продукции дороже, чем порошки (в таблице отмечено как -, т.е. недостаток).

Продукция	Эмульсия	Порошок
Физ. состояние	Жидкость	Тверд. вещество
Удобство работы	+	-
Содержание активного вещества	-	+
Стоимость	-	+
Место, занимаемое оборудованием	+	-
Капитальные затраты	+	-
Эксплуатационные затраты	-	+

Полимерное заводнение

После того как возможности традиционных методов добычи нефти будут полностью исчерпаны, в залежах по всему миру останется еще примерно 2,0 x 10^{12} баррелей (0,3 x 10^{12} $м^3$) обычной нефти и 5,0 x 10^{12} баррелей (0,8 x 10^{12} $м^3$) тяжелой нефти[i]. Для того чтобы обслуживать растущие мировые потребности в источниках энергии, нефтегазовая промышленность должна обеспечивать извлечение большего количества углеводородов. Существуют различные способы повышения количества извлечения углеводородов, которые могут применяться после наступления естественного истощения. Так, вторичные методы нефтедобычи, к которым относятся закачивание воды или газа, помогают поддерживать давление пласта, необходимое для обеспечения потока углеводородов к добывающим скважинам. Впрочем, на момент завершения данной стадии эксплуатации коэффициент извлечения часто составляет менее 40% от первоначальных запасов нефти. Специально для решения этой проблемы и достижения коэффициента извлечения более 60% разрабатываются третичные методы воздействия на пласт. Полимерное заводнение относится к химическим технологиям повышения нефтеотдачи; это популярный метод (более 40 лет применения в промышленных масштабах), характеризующийся низкой степенью риска, а также совместимостью с самыми разными пластовыми параметрами. Метод заключается в растворении в закачиваемой воде полимера с целью увеличения ее вязкости, а также повышения степени охвата коллектора углеводородов процессом вытеснения.

Повышение нефтеотдачи пласта: факты и цифры

Метод полимерного заводнения имеет длинную историю промышленного использования. В 80-х годах различные компании активно внедряли технологии полимерного заводнения на своих месторождениях, что было связано с принимаемыми правительством США мерами по налоговому стимулированию предприятий, использующих новые технологии 70-х, 80-х годов. Однако из-за отсутствия всесторонних исследований пластов результаты применения нового метода оказались невпечатляющими, что привело к массовому отказу компаний от использования этой технологии. Возрождение интереса к методу полимерного заводнения произошло в 90-е годы, тогда опытные работы по полимерному заводнению были проведены на нефтяном месторождении Дацин в Китае.

В 1992 году компания SNF построила в Дацине крупнейший в мире завод по производству полиакриламида, для нужд Национальной нефтяной компании КНР. Проведение работ по полимерному заводнению в промышленных масштабах началось в 1996 году. На сегодняшний день на месторождении Дацин более 3000 скважин полимерного заводнения, это крупнейшее месторождение, где применяется полимерное заводнение. Прирост добычи нефти составляет 220 000 баррелей в сутки, а прирост коэффициента извлечения нефти - 12%.

На сегодняшний день компания SNF, имеющая более 150 рекомендаций от заказчиков по всему миру и 30-летний опыт работы в области полимерного заводнения, может считаться лучшим разработчиком проектов полимерного заводнения.

Что такое полимерное заводнение?

Полимерное заводнение дает гораздо более заметное повышение нефтеотдачи по сравнению с традиционными технологиями заводнения. Типичный проект полимерного заводнения предполагает смешивание и закачивание полимера, осуществляемое в течение длительного периода времени, пока полимером не будет заполнено ⅓ – ½ от порового объема коллектора.

При закачивании в коллектор воды она идет по пути наименьшего сопротивления (обычно это слои, характеризующиеся более высокой проницаемостью) в сторону соседних добывающих скважин, с более низким давлением.

Если содержащаяся в пласте нефть имеет более высокую вязкость, чем нагнетаемая вода, то вода будет просачиваться через эту нефть и обходить ее. Это приведет к снижению степени охвата коллектора процессом вытеснения, а также уровня извлечения нефти. Цель закачивания полимеров состоит в увеличении степени охвата коллектора процессом вытеснения и в уменьшении разности подвижности воды и нефти, с получением в конечном итоге соотношения подвижностей, равного единице.

Контрольные параметры полимерного заводнения

Характеристики коллектора	Предпочтительные условия
Проницаемость	От 50 мД до 10 Д
Температура	До 120°C
Литологический состав	Песчаник
Вязкость нефти	От 10 сП до 10 000 сП
Плотность нефти	> 15° API
Минерализация	< 250 000 (общ. кол-во раство-ренных твердых веществ)
Нефтенасыщенность	> 20%
Приемистость	Хорошая

SP-заводнение

SP-заводнение (Surfactant-Polymer) заключается в закачивании ПАВ (часто это смесь из вспомогательных ПАВ, вспомогательных растворителей, стабилизаторов и пр.) с целью понижения значения межфазного натяжения до 10 мН/м. Иногда бывает необходимо с целью снижения минерализации и в частности концентрации двухвалентных ионов в коллекторе сначала выполнять предварительную промывку пресной водой. После предварительной промывки выполняется закачивание ПАВ и полимера; закачивать их можно как отдельными партиями, так и одновременно.

ASP-заводнение

Компоненты ASP-заводнения (Alkali-Surfactant-Polymer)
ASP-заводнение предполагает закачивание раствора, содержащего полимер, щелочь и ПАВ. Цель полимерного заводнения состоит в увеличении охвата процессом вытеснения (по объему), а также в повышении эффективности вытеснения. Цель использования щелочей и ПАВ - извлечение остаточной нефти. Ниже приводятся краткие описания принципов действия каждого из веществ.

Полимер
Как уже говорилось выше, полимерное заводнение строится на том, что водорастворимые полимеры, находясь в соляном растворе, разворачиваются и набухают, что приводит к загустению раствора. При закачивании в коллектор загущенной воды охват коллектора процессом вытеснения (по объему и мощности) увеличивается. В результате при том же объеме закачивания получается более высокий уровень добычи нефти. Принято считать, что полимеры не способствуют уменьшению остаточной нефтенасыщенности. Однако как показали недавние работы, вязкоупругость полимеров может играть определенную роль в увеличении коэффициента микроскопического вытеснения.

ПАВ
Молекулы ПАВ (поверхностно-активное вещество) являются амфифильными, состоят из гидрофобного хвоста и гидрофильной головы. Такие молекулы адсорбируются на поверхности раздела нефть-вода и таким образом снижают межфазное натяжение (натяжение, существующее между двумя несмешивающимися жидкостями), что приводит к мобилизации защемленных капель остаточной нефти. К основным критериям, учитываемым при выборе ПАВ, относятся их температурная устойчивость, устойчивость к минерализации и жесткости, а также уровень адсорбции на породе, который должен быть как можно ниже.

M=

(krw / μw)/ (kro / μo)

Где kr=

относительная проницаемость
(по воде или нефти)

μ =

кажущаяся вязкость
(воды или нефти)

Башня на салазках для хранения карбонатов и полимеров

Щелочь
При взаимодействии сырой нефти, содержащей кислотные компоненты, с гидроксид-ионами в щелочном растворе образуются карбоксилатные мыла. Эти нефтяные мыла могут адсорбироваться на поверхности раздела нефть-вода и таким образом снижать межфазное натяжение.

При совместном использовании щелочи, ПАВ и полимеры взаимно усиливают действие друг друга. Ниже перечисляются ключевые функции каждого из компонентов.

Полимер

- Повышение вязкости воды

ПАВ

- Уменьшение межфазного натяжения между нефтью и водой
- Изменение смачиваемости породы пласта
- Образование эмульсий

Щелочи

- Взаимодействие с сырой нефтью, с образованием мыл
- Увеличение pH и регулирование уровня минерализации
- Изменение смачиваемости породы пласта
- Изменение химического состава породы пласта, с уменьшением адсорбции

В большинстве случаев в отсутствие контроля подвижности заводнение оказывается неэффективным, причем необходимым условием эффективности является добавление полимера. Кроме того, дозы используемых реагентов могут варьировать в широких пределах, часто при большом уровне адсорбции внутри коллектора требуется большое количество ПАВ. Дозировка щелочей также может представлять сложный вопрос, в связи с необходимостью в дорогостоящей системе умягчения воды.

Щелочной раствор способствует повышению нефтеотдачи посредством нескольких механизмов:

- Эмульгирование и захват
- Снижение межфазного трения
- Изменение угла смачивания

Капиллярное число (N_c) – безразмерное отношение вязкостных и капиллярных сил, показывающее уровень защемления остаточной нефти в пористой среде.

$$N_c = V \mu / \sigma$$

где:

- **V** = скорость Дарси
- **μ** = Вязкость вытесняющей фазы
- **σ** = межфазное натяжение между вытесняемой и вытесняющей фазами

Обработка воды при ASP-заводнении

Один из тех основных вопросов, которые нужно решать при проектировании ASP-заводнения – это предотвращение образования отложений при заводнении.
Повышение pH вследствие закачивания щелочи приводит к осаждению двухвалентных ионов, таких как Ca^{2+} и Mg^{2+}, с образованием карбонатов и/или гидроксидов.
Чтобы предотвратить такие реакции или хотя бы существенно снизить их интенсивность, необходимо осуществлять умягчение закачиваемой воды с целью уменьшения концентрации двухвалентных ионов.

Полимеры SNF и их химический состав

Компания SNF - это мировой лидер в области разработки и производства полимеров.

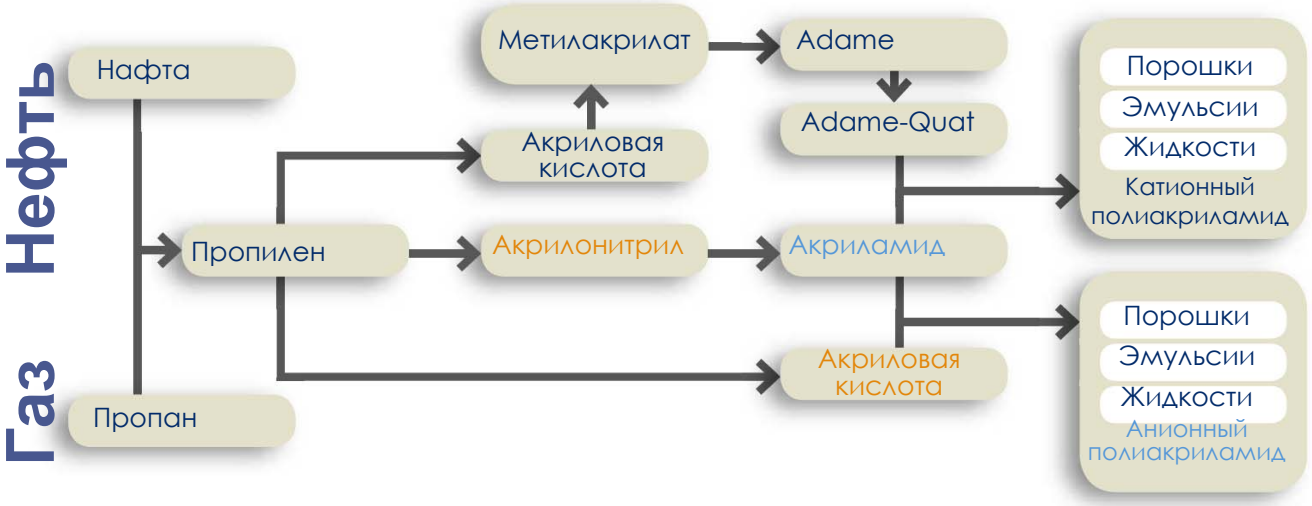
Владея более чем 40% рынка, мы продолжаем развиваться и совершенствовать нашу продукцию и производственные мощности, с тем чтобы иметь возможность удовлетворять постоянно растущий спрос. Наша группа исследований и разработок по сей день занимается усовершенствованием химического состава и свойств существующей продукции, а также разработкой новых, усовершенствованных видов продукции. Кроме того, благодаря своей профильной инженерно-технической группе SNF может строить собственные объекты производства продукции из полиакриламида.

Учитывая потребности нефтегазовой отрасли, а также понимая, что каждый углеводородный коллектор имеет свои особенности, мы постоянно работаем над обеспечением совместимости наших полимеров с любыми возможными характеристиками коллектора, в том числе с высокими температурами и с большим содержанием солей.

Сырье

В качестве сырья для синтеза полиакриламидных полимеров используется пропилен, получаемый из сырой нефти. Основным мономером в процессе полимеризации является акриламид. Его получают из акрилонитрила, который в свою очередь является производным пропилена. В результате окислительной реакции из пропилена также может получаться акриловая кислота. На приведенном ниже рисунке показаны различные стадии процесса получения акриламида и акриловой кислоты из нефти.

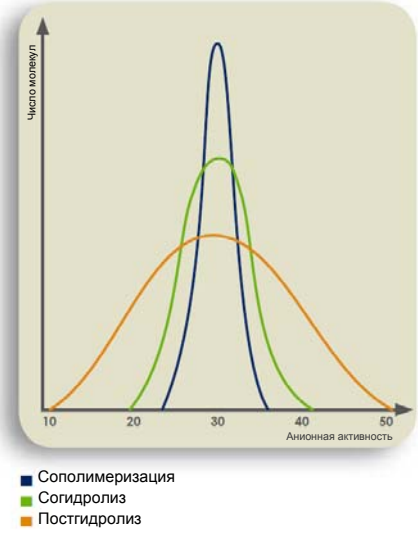
Следует иметь в виду, что себестоимость нашей продукции находится в зависимости от стоимости пропилена и соответственно от цены на нефть.



Процессы полимеризации

Существуют разные технологии производства полиакриламидов, в результате применения каждой из этих технологий получаются полимеры с разными характеристиками, включая количество содержания жесткого и мягкого геля. Ниже перечисляются наиболее часто применяемые технологии:

Зависимость полидисперсности от технологии полимеризации



Сополимеризация

Осуществляется совместная полимеризация акриламида и акриловой кислоты. В результате получаются полимеры с узким распределением по анионности, с максимальной молекулярной массой около 20 миллионов Дальтон и с очень хорошей растворимостью.

Согидролиз

Акриламид подвергается гомополимеризации в присутствии основания, с тем чтобы в процессе реакции произошел его гидролиз. Получаемые в результате полимеры имеют широкий диапазон анионности, максимальную молекулярную массу 18 миллионов Дальтон, хорошую растворимость и очень крутое распределение по анионности.

Постгидролиз

Гомополимер акриламида, находящийся в состоянии геля, подвергается постгидролизу с использованием основания и затем высушивается. В результате может получиться полимер с молекулярной массой около 22 миллионов Дальтон, характеризующийся, однако, очень большим диапазоном анионности и проблемами с растворимостью в присутствии двухвалентных катионов.

При изготовлении полиакриламида существует вероятность образования одного из двух типов нерастворимых частиц геля. По уровню мягкости частиц различают мягкие или жесткие гели. Частицы мягкого геля могут под действием усилия сдвига в процессе закачивания деформироваться и дробиться, тогда как частицы жесткого геля не деформируются и могут вызывать закупоривание пор на вскрытой поверхности песчаного пласта и в коллекторе.

В целом, чем выше молекулярная масса, тем больше может быть проблем с растворимостью и фильтрующей способностью. Так, полимеры, получаемые в результате использования технологии сополимеризации, содержат очень малое количество мягких гелей и почти не содержат жестких гелей, тогда как полимеры, получаемые путем постгидролиза, отличаются наибольшим количеством содержания частиц жесткого геля. Чем больше молекулярная масса, тем больше образуется жесткого геля. Для сравнения эффективности различных технологий необходимо проводить испытания промышленно выпускаемых полимеров в лаборатории, при промысловых условиях и с использованием методик, позволяющих учитывать сразу несколько различных параметров (механическая, химическая, термическая деструкция). Подробнее данный вопрос будет рассмотрен ниже.

Количество нерастворимых веществ, образующихся в процессе изготовления полимеров, зависит от типа используемых катализаторов, агентов передачи цепи, стабилизаторов, а также от следующих факторов:
- Качество мономеров и химреагентов, используемых в процессе производства
- Производственное оборудование, особенно сушилки, и точность контроля температуры
- Технологические процессы и процедуры
- Молекулярная масса конечного продукта

Ассортимент продукции, стабильность разных видов продукции

За последние 10 лет качество полимеров для повышения нефтеотдачи пластов заметно улучшилось, существенно расширилась и сфера их применения. На сегодняшний день полимерное заводнение – это конкурентная технология, которая может применяться даже при самых неблагоприятных условиях в коллекторе; существуют реагенты, подходящие для использования при температуре до 120°C и при низкой проницаемости (10 мД), совместимые с солеными растворами.
Компанией SNF разработан полный спектр полимеров для полимерного заводнения. Благодаря накопленным знаниям и опыту мы можем подбирать полимеры, наилучшим образом походящие для самых разных условий в коллекторе. Мы также разработали ноу-хау, позволяющие успешно внедрять полимерные технологии на промыслах, предотвращая деструкцию полимера.

Химическая деструкция

При типичном процессе полимерного заводнения полимер сначала растворяется в «воде для растворения», после чего разбавляется «водой для разбавления». Затем полученный разбавленный раствор закачивается в коллектор.

Вода для растворения и вода для разбавления содержат способные вступать в реакции химические продукты двух типов: окислители и восстановители.
- Основные окислители: растворенный кислород, перекиси в составе соединений окисленных углеводородов и пр.
- К восстановителям относятся H_2S, поглотитель растворенного в воде кислорода (бисульфит аммония), Fe^{2+}, которое может являться и окислителем, и восстановителем, в зависимости от того, какие еще химикаты присутствуют в воде, сульфатовосстанавливающие бактерии или аммиак.

Обзор процесса деструкции полимера

Продукты с высокой молекулярной массой характеризуются чувствительностью к различным механизмам деструкции, которые накладываются один на другой на протяжении цикла закачки, осуществляемого на нефтяном месторождении:
- Химическая деструкция, провоцируемая свободными радикалами,
- Термическая деструкция, усиливаемая составом раствора,
- Механическая деструкция вследствие сдвига,
- Абсорбция и осаждение,
- Биологическое разложение, в случае с полиакриламидами интенсивность этого процесса низкая. Ниже дается более подробное описание всех перечисленных механизмов деструкции.

В солевом растворе в результате взаимодействия окислителя и восстановителя образуются свободные радикалы, которые, взаимодействуя с молекулами полиакриламида, разрушают их. Эта реакция является цепной, т.е. один свободный радикал может разрушить много молекул.

Помимо подбора оптимальной молекулярной массы полимера с целью уменьшения его чувствительности к химической деструкции, существуют различные специальные методики уменьшения количества свободных радикалов.

Акцепторы свободных радикалов

Использование поглотителей кислорода (например, бисульфита аммония) позволяет снизить содержание кислорода в подлежащей закачиванию воде до 0-20 частей на миллиард. Однако само по себе взаимодействие между кислородом и поглотителем кислорода способно приводить к образованию свободных радикалов, негативно воздействующих на полимер. Частично эта проблема может быть разрешена путем использования акцептора свободных радикалов.

Во всех полимерах SNF, предназначающихся для повышения нефтеотдачи пласта, предусмотрен минимальный набор защитных свойств. По требованию заказчика SNF также может предоставить полностью защищенные полимеры, в которых предусмотрен улучшенный набор защитных свойств. Эти свойства придаются полимеру на стадии изготовления. В результате получается порошок, работа с которым более безопасна.

Удаление кислорода

Для эффективного решения обозначенной выше проблемы и сведения к минимуму интенсивности реакций, приводящих к образованию свободных радикалов, важно, чтобы приготовленный солевой раствор для закачивания характеризовался очень небольшим количеством содержания кислорода и ограниченным количеством необходимых поглотителей кислорода.
Таким образом, необходим обескислороженный солевой раствор, который должен быть защищен от попадания кислорода посредством азотной защиты всего оборудования, используемого для приготовления полимерного раствора для закачивания. Использовать для защиты сложных систем подачи попутный газ не рекомендуется.
В отсутствие окислителей H_2S деструкцию полимера не провоцирует.

Термическая деструкция

Выбор полимера

По достижении определенного значения температуры начинают происходить реакции осаждения между гидролизованным полиакриламидом и двухвалентными ионами (Ca^{2+}, Mg^{2+}), что приводит к значительной потере вязкости. Сополимеры акриламида и акриловой кислоты теряют стабильность при температуре свыше 80°C. В случае если температура превышает 80°C, необходимо использовать сополимеры акриламида и акриламидо-третбутиловой сульфокислоты, которые сохраняют стабильность вплоть до 90-100°C, в зависимости от состава солевого раствора и количества акриламидо-третбутиловой сульфокислоты.

Гидролиз полимеров

При некоторых значениях pH солевого раствора даже при низких температурах (50°C) может происходить гидролиз полимера, приводящий к повышению анионности полимера. Для определенных степеней гидролиза (свыше 35-45%) характерно осаждение полимера солями кальция и магния, что сопровождается повышением абсорбции, особенно в карбонатных коллекторах.

Испытания азотной защиты

Перчаточные боксы

В тех случаях, когда температура возрастает, важно выбирать продукт низкой анионности (15-25%), с пониженной кажущейся вязкостью. Под действием упомянутого выше механизма в результате дальнейшего гидролиза полимера будет происходить увеличение вязкости, и при условии правильного выбора полимера дальнейшего осаждения не будет.

Механическая деструкция

Полиакриламиды отличаются чувствительностью к сдвигу. В результате сдвига происходит расщепление полимера на отдельные части с образованием свободных радикалов, которые производят дальнейшее разрушение молекулы полимера в ходе цепной реакции.

Чем больше молекулярная масса, тем выше будет степень деструкции при том же значении сдвига. Скорость потока жидкости в оборудовании или трубах не должна превышать 5 мс$^{-1}$. При условии, что установки растворения и закачивания спроектированы надлежащим образом, основной сдвиг происходит в нагнетательной линии – вследствие сужения внутреннего диаметра или затора. Сдвиг также может происходить в результате совместного действия различных факторов, в том числе:

- Наземное оборудование (дроссели, трубы, клапаны, насосы, оборудование для растворения).
- Исполнение скважины (горизонтальное/вертикальное бурение, перфорирование, глубина скважины, плотность перфорирования, насадки и пр.), проницаемость пласта и т.п.
- Тип полимера (средняя молекулярная масса и полидисперсность)

Абсорбция - осаждение

Осаждение двухвалентных металлов

Двухвалентные металлы осаждаются с повышением pH растворов карбонатов или гидроксидов. При ASP-заводнении, pH повышается вследствие добавления гидроксида или карбоната натрия. В таких случаях для предотвращения осаждения двухвалентного металла необходимо производить умягчение воды для закачки путем осаждения, ионообмена или мембранной очистки.

Осаждение затем происходит в коллекторе, в точке нагнетания, а также в добывающих скважинах, что может вести к механическим неисправностям оборудования и уменьшению скорости потока.

Другие осаждающиеся вещества

В нагнетательных линиях находится много разных веществ. Некоторые из них склонны переходить в первую фазу коллектора: продукты коррозии, песок, глина, сульфат железа, сера, карбонат кальция, гидроксид магния, сульфаты бария и стронция, плесень и пр.

При осуществлении ASP-проектов гидроксид натрия растворяет кремний, который склонен осаждаться на объектах эксплуатационного комплекса, ухудшая характеристики оборудования, такого как насосы.

Совместимость с другими химреагентами

Важно проверять различные добавки на совместимость с полимером. Это в особенности касается биоцидных присадок и противокоррозийных средств, многие из которых являются катионными и могут осаждаться на поверхности анионных полимеров. Проблема совместимости также может проявляться в том, что катионные деэмульгаторы, коагулянты для отделения нефти и флокулянты для флотации осаждаются и нейтрализуют друг друга.

Биоразложение

Полиакриламиды характеризуются очень низкой чувствительностью к действию бактерий. Тем не менее, в некоторых случаях возможно, к примеру, образование сульфатовосстанавливающими бактериями H_2S низкого уровня pH, в результате чего происходят коррозия и ОВР, ведущие к разрушению полимера.
К счастью, эти реакции охватывают лишь очень ограниченные участки и потому не оказывают значительного влияния на показатель средней вязкости полимера.

В данном разделе приведены основные технические сведения о предлагаемой SNF линейке полимеров для повышения нефтеотдачи пластов химическими способами. Компания SNF, регулируя химический состав и молекулярную массу, производит самые разные полимеры - от простейших сополимеров до термически стабильных полимеров серии на основе акриламидо-третбутиловой сульфокислоты, солеустойчивых полимеров серии SUPERPUSHER или полимеров с очень высокой молекулярной массой серии Flopaam 60. Компания постоянно разрабатывает новые виды продукции, предназначающиеся для более сложных вариантов применения. Ниже приводится полный перечень продукции SNF для повышения нефтеотдачи пластов, рассчитанной на такие характеристики пласта, как температура, минерализация и пр.

Стандартные полимеры

Сополимеры акриламида и акрилата подходят для применения в пластах с температурой до 70°C (158°F), с общим содержанием растворенных твердых веществ до 35 000 ч./млн. и количеством двухвалентных ионов до 1000 ч./млн.

		Анионность	Молекулярная масса
Flopaam	1430 S	Низкая	Низкая
Flopaam	1530 S	Низкая	Средняя
Flopaam	1630 S	Низкая	Высокая
Flopaam	2430 S	Низкая	Низкая
Flopaam	2530 S	Низкая	Средняя
Flopaam	2630 S	Низкая	От средней до высокой
Flopaam	3130 S	От средней до высокой	Крайне низкая
Flopaam	3230 S	От средней до высокой	Очень низкая
Flopaam	3330 S	От средней до высокой	Низкая
Flopaam	3430 S	От средней до высокой	Средняя
Flopaam	3530 S	От средней до высокой	От средней до высокой
Flopaam	3635 S	От средней до высокой	Высокая
Flopaam	3630 S	От средней до высокой	Высокая
Flopaam	6030 S	Высокая	Очень высокая
Flopaam	6040 D	Высокая	Очень высокая

Сополимеры акриламидо-третбутиловой сульфокислоты и акриламида

Полимеры на основе акриламидо-третбутиловой сульфокислоты менее чувствительны к температуре и уровню минерализации. Их рекомендуется использовать при пластовой температуре до 95°C (203°F).

	Анионность	Молекулярная масса
Flopaam AN 105	Очень низкая	Низкая
Flopaam AN 105 SH	Очень низкая	Высокая
Flopaam AN 105 VHM	Очень низкая	Очень высокая
Flopaam AN 110	Низкая	Низкая
Flopaam AN 110 SH	Низкая	Высокая
Flopaam AN 110 VHM	Низкая	Очень высокая
Flopaam AN 113	Низкая	Низкая
Flopaam AN 113 SH	Низкая	Высокая
Flopaam AN 113 VHM	Низкая	Очень высокая
Flopaam AN 118	Средняя	Низкая
Flopaam AN 118 SH	Средняя	Высокая
Flopaam AN 118 VHM	Средняя	Очень высокая
Flopaam AN 125 VLM	Средняя	Очень низкая
Flopaam AN 125	Средняя	Низкая
Flopaam AN 125 SH	Средняя	Высокая
Flopaam AN 125 VHM	Средняя	Очень высокая
Flopaam AN 132	Высокая	Низкая
Flopaam AN 132 SH	Высокая	Высокая
Flopaam AN 132 VHM	Высокая	Очень высокая

На начальной стадии механическая деструкция имеет место в течение нескольких секунд или минут. Степень деструкции зависит от следующих факторов:

- Расход полимерного раствора,
- Доступная площадь нагнетания, которая со временем изменяется из-за закупоривания осаждающимися веществами,
- Проницаемость коллектора.

Полимеры акриламида/акриламидо-третбутиловой сульфокислоты/акриловой кислоты

	Анионность	Молекулярная масса
Flopaam 5205	Средняя	Средняя
Flopaam 5205 SH	Средняя	Высокая
Flopaam 5115 VLM	Средняя	Очень низкая
Flopaam 5115 BPM	Средняя	Низкая
Flopaam 5115 MPM	Средняя	Средняя
Flopaam 5115	Средняя	Средняя
Flopaam 5115 SH	Средняя	Высокая
Flopaam 5115 VHM	Средняя	Очень высокая
Flopaam 5220	Высокая	Средняя
Flopaam 5220 SH	Высокая	Высокая
Flopaam 5220 VHM	Высокая	Очень высокая

Терполимеры акриламида, акриламидо-третбутиловой сульфокислоты и N-винилпирролидона

Данные полимеры состоят из акриламида, акриламидо-третбутиловой сульфокислоты и N-винилпирролидона. Подходят для применения в пластах с температурой до 120°C, при высокой степени минерализации.

	Анионность	Молекулярная масса
Superpusher SAV 225	Средняя	Низкая
Superpusher SAV 226	Средняя	Низкая
Superpusher SAV 333	Средняя	Низкая
Superpusher SAV 441	Высокая	Низкая
Superpusher SAV 442	Высокая	Низкая
Superpusher SAV 522	Средняя	Низкая

Ассоциированные полимеры

Ассоциированные полимеры содержат одновременно и гидрофобные и гидрофильные компоненты. Способны выдерживать высокий уровень минерализации и умеренные температуры, дают очень большой коэффициент сопротивления.

	Анионность	Молекулярная масса
Superpusher B192	Низкая	Низкая
Superpusher S255	Средняя	Низкая
Superpusher S265	Средняя	Низкая
Superpusher C319	Высокая	Высокая
Superpusher P329	Высокая	Высокая
Superpusher D118	Высокая	Высокая
Superpusher C1205	Средняя	Высокая

Как уже отмечалось выше, выбор полимера определяется промысловыми условиями (температура, минерализация, целевое значение вязкости). При этом многое также зависит от типа закачивания, от того, какие добавки будут применяться при закачивании, от используемых наземных объектов. На сегодняшний день компания SNF имеет знания и опыт в области производства абсолютно всех видов работ, необходимых для успешного осуществления полимерного заводнения: от лабораторных исследований, направленных на подбор подходящего полимера, до проектирования и строительства объектов, необходимых для осуществления закачивания.

Кальций-толерантные полимеры

Компанией SNF разработан полный ассортимент кальций-толерантных полимеров, предназначающихся специально для очень жестких и соленых растворов. Ниже представлены сведения о серии FloComb.

	Анионность	Молекулярная масса
FloComb C3025	Средняя	Высокая
FloComb C3125	Средняя	Высокая
FloComb C3225	Средняя	Высокая
FloComb C3525	Средняя	Высокая
FloComb C6025	Средняя	Очень высокая
FloComb C6125	Средняя	Очень высокая
FloComb C6225	Средняя	Очень высокая
FloComb C6525	Средняя	Очень высокая

От проектирования до работ по закачиванию

Проекты полимерного заводнения становятся все более сложными, для реализации таких проектов необходимо иметь самые разнообразные знания и опыт – от химических технологий до проектирования систем. Разрабатывая проект полимерного заводнения, необходимо учитывать множество различных параметров, таких как выбор мономера, структура полимера, растворение полимера, система закачивания, предочистка воды, система снабжения. Компания SNF располагает всем необходимым набором знаний и технологий, требуемых для удовлетворения имеющегося спроса на повышение нефтеотдачи пластов. Подтверждением этому может служить недавний крупный многолетний контракт на разработку и реализацию проекта полимерного заводнения на месторождении Мармул, на юге Омана. Наши профильные команды специалистов готовы находить решения и оборудование, наилучшим образом подходящие для каждой конкретной компании и каждого конкретного коллектора. Для осуществления больших объемов продукции по всему миру нужны серьезные логистические возможности. Компания SNF способна оценивать и удовлетворять все имеющиеся требования, и таким образом всегда предоставлять заказчикам продукцию в нужное время и по приемлемой цене.

Компания SNF располагает всем необходимым набором знаний и технологий, требуемых для удовлетворения спроса на повышение нефтеотдачи пластов. Подтверждением этому может служить недавний крупный многолетний контракт на разработку и реализацию проекта полимерного заводнения на месторождении Мармул, на юге Омана. Компания SNF может предоставлять следующее:

- Проектирование разработки месторождения
- Интеграция мономеров
- Подбор полимера
- Производство полимера
- Оборудование для хранения и растворения полимера
- Оборудование для закачивания
- Обработка воды для закачивания и пластовой воды
- Проектирование и разработка систем
- Обучение, пуско-наладочные работы и ввод в эксплуатацию

Проекты полимерного заводнения становятся все более сложными, для реализации таких проектов необходимо иметь самые разнообразные знания и опыт – от химических технологий до проектирования систем. Разрабатывая проект полимерного заводнения, необходимо учитывать целый ряд разных факторов:

- Выбор мономеров
- Структура полимера
- Растворение полимера
- Система закачивания
- Предочистка воды
- Система снабжения

Лабораторные испытания: подбор лучшего полимера

В рамках подготовки каждого проекта полимерного заводнения в лаборатории SNF выполняется несколько испытаний, направленных на выбор самого подходящего полимера. Благодаря наличию у нас всех необходимых знаний и опыта наши заказчики имеют возможность значительно снижать уровень рисков и неопределенности, связанных с осуществлением полимерного заводнения. Всю нашу продукцию мы подвергаем всесторонним испытаниям, а также непрерывно усовершенствуем, с тем чтобы иметь возможность снабжать нефтегазовую отрасль самыми современными продуктами, пригодными для использования даже в крайне сложных условиях. Ниже приводится краткое описание выполняемых испытаний.

I. Приготовление раствора

В рамках проведения испытаний нам нужно синтезировать тот солевой раствор, который используется для закачивания на промыслах.

В случае с порошковыми полимерами, перемешивание солевого раствора осуществляется при помощи магнитной мешалки, со скоростью, достаточной для создания интенсивного вихревого движения. Порошок вводится медленно, по краю вихревой воронки – с тем чтобы предотвратить образование комков (они могут образовываться при неравномерном смачивании порошка). Затем раствор медленно перемешивается в течение 90 минут до полного растворения. После этого раствор разбавляют, с доведением его до целевой концентрации, используемой при выполнении испытаний.

Т.к. эмульсия полиакриламида не является простым концентрированным раствором полимера, то обычное разбавление водой в этом случае невозможно. При приготовлении раствора полимера из эмульсии имеют место два физических явления: инверсия фаз и растворение. При контакте эмульсии с водой инвертирующее ПАВ растворяет и эмульгирует масло в воде (инверсия). Затем действительные частицы полимера вступают в контакт с водой и растворяются (растворение). Примешивание полимерной эмульсии осуществляется путем ввода эмульсии (при помощи шприца) в быстро движущийся раствор. Для начального разбавления рекомендуется использовать не магнитную, а механическую мешалку с большим усилием сдвига.

II. Вязкость

По завершении приготовления полимерного раствора можно приступать к выполнению измерения вязкости при помощи вискозиметра для малых градиентов скорости, например вискозиметра Brookfield LVT с переходником UL. Согласно стандартной методике SNF, вязкость раствора с концентрацией 1000 ч./млн. (1 г/л) должна измеряться при 25°C. Для оценки характеристик полимеров с учетом специфики конкретного проекта могут выполняться и другие виды измерений вязкости. Сюда входят определение зависимости вязкости от концентрации полимера, скорости сдвига при заданной концентрации полимера и в зависимости от температуры.

III. Коэффициент фильтрации

Проведение испытания с измерением коэффициента фильтрации важно с точки зрения обеспечения отсутствия в растворе полимера комков, которые могут приводить к закупорке в пласте.
Раствор с концентрацией 1,0 г/л прокачивается через мембранный фильтр с размером пор 5 микрон и перепадом давления в 2 бара. Измеряется скорость потока. Если продукт не содержит комков, то во время испытания эта скорость должна быть практически постоянной. Коэффициент фильтрации (FR) определяется как разность времени прохода 300 мл и времени прохода 200 мл, деленная на разность времени прохода 200 мл и времени прохода 100 мл, и рассчитывается по следующей формуле:

$$FR = (t_{300}-t_{200}) / (t_{200}-t_{100})$$

IV. Термическая стабильность

Долгосрочная термостабильность растворов полимеров при пластовой температуре определяется в анаэробных условиях, в запаянных стеклянных ампулах. Есть специальная методика, позволяющая производить дегазацию в вакууме с доведением до концентрации кислорода 10 – 20 ч./млрд. (частей на миллиард). Исследования могут проводиться при температурах до 120°C. Термическая стабильность выражается как процент вязкости, сохранившейся после выдержки при высокой температуре в течение избранного периода времени. Испытания начальной и конечной вязкости могут проводиться при комнатной температуре или при заданном значении температуры. Время проведения испытаний – от нескольких месяцев до одного года.

V. Заводнение керна

Песчаные пробки, а также заводнение керна с использованием реального кернового материала пласта позволяют измерять следующие параметры:

- Фактор сопротивления
- Фактор остаточного сопротивления
- Уровень извлечения нефти
- Приемистость
- Адсорбция

Полный период проведения исследования может составлять от 6 месяцев до одного года в зависимости от требований конкретной компании и от количества исследуемых полимеров.

Комплекс полимерного заводнения - от проектирования до эксплуатации

Введение

Для того чтобы нагнетание в коллектор было выполнено надлежащим образом, важно обеспечить надлежащее растворение полимера, предусмотреть совместимость оборудования с полимером, а также правильно обращаться с раствором и в непрерывном режиме закачивать его в пласт.

Имея профильные команды по проектированию повышения нефтеотдачи пластов, компания SNF способна предложить заказчикам по всему миру широкий спектр услуг по проектированию, а также самое разное оборудование для полимерного заводнения, что дает заказчикам возможность оптимизировать различные этапы проекта.

Рассмотрение концепции

SNF может на подготовительных стадиях проектов полимерного заводнения выполнять концептуальные исследования объектов с целью оценки технической целесообразности, капитального бюджета, а также рисков, связанных с проектом полимерного заводнения (объекты/логистические вопросы). На этом этапе рассматриваются и сопоставляются различные варианты технической организации хранения, растворения и закачивания полимеров: описываются основные технологические принципы, выявляются логистические проблемы, выносятся предложения по исходным затратам и подробному планированию.

Испытание приемистости

На подготовительной стадии проекта компания SNF также может оказывать нефтяным компаниям специализированную услугу: проведение испытания на приемистость применительно к закачке полимеров. Проведение испытания направлено главным образом на установление и подтверждение таких значений расхода и давления, при которых раствор полимера может быть закачан в коллектор без разрыва пласта.

В объем работ SNF при проведении данного типа испытаний входит предоставление автономной монтажной рамы типа салазки для проведения испытания на приемистость, предоставление профильной группы специалистов (которые будут осуществлять управление установкой и выполнять основные измерения вязкости) и, разумеется, предоставление самих исследуемых полимеров.

Оборудование для опытной и полной промышленной эксплуатации

Утвердив выбор полимера и параметры закачивания, можно переходить к следующему этапу проекта полимерного заводнения – к непрерывному пробному закачиванию или же сразу к полной промышленной разработке. Это и есть основной вид деятельности подразделения SNF по проектированию повышения нефтеотдачи пластов. Данное подразделение предлагает заказчикам на выбор либо установки на салазках, построенные на предприятиях-партнерах SNF (подойдет для проектов опытной эксплуатации и небольших промышленных проектов), либо установки, монтируемые на месте (для больших проектов пробной или промышленной эксплуатации). В последнем случае оборудование обычно присылается для сборки непосредственно на участок.

Как правило, по завершении этапа исследований SNF сдает следующие отчетные материалы:

- Описание технологического процесса
- Описание системы снабжения
- Технологическая карта для хранения, подготовки и закачивания полимеров
- Предварительный баланс месторождения
- Предварительный перечень оборудования
- Расчетное энергопотребление
- Предварительная схема расположения, требования к наземному оборудованию
- Основные принципы эксплуатации и контроля
- Анализ эксплуатационных характеристик и опасных факторов
- Отчет по результатам предварительного выбора материалов
- График 2 уровня для объектов, связанных с полимерами
- Перечень материалов и изделий с длительным сроком поставки
- Предполагаемый перечень поставщиков SNF
- Оценка затрат на технологические объекты (±30%)
- Сопоставление нескольких возможных вариантов и рекомендуемое SNF решение

Основное и детальное проектирование

Работы по проектированию выполняются для того, чтобы можно было наилучшим образом изготовить установку на салазках или установку, монтируемую на участке. SNF имеет возможность на каждый проект выделять группу специалистов. К выполнению некоторых специализированных работ, например, к строительным работам и к работам над созданием трубопроводов SNF дополнительно привлекает консультантов, знающих местные правила и нормы.

На протяжении всего этапа разработки проекта особое внимание уделяется вопросам ОТ, ПБ, ООС: при выполнении анализа рисков, анализа экономических показателей и пр. – в соответствии с политикой заказчика.

Выбор оборудования

Имеющая большой опыт выполнения работ по полимерному заводнению Компания SNF осуществляет определение перечня, выбор и внедрение оборудования исходя из эффективности и надежности, доказанной опытом предыдущих применений, а также исходя из местных условий.

В связи с чувствительностью полимеров к сдвигу особое внимание уделяется оборудованию, предназначающемуся для обработки растворов полимеров, такому как перекачивающие насосы низкого давления, мешалки в резервуарах, нагнетательные насосы высокого давления, статические смесительные устройства и пр. При проектировании и выборе оборудования будет, кроме того, учитываться необходимость минимизации попадания кислорода в систему, что в присутствии примесей (железо, H_2S) может вести к деструкции полимера.

Раньше при гидратации порошков с использованием традиционных систем, таких как эжекторы, приходилось сталкиваться со множеством проблем и несовершенств. Чтобы решить данную проблему, компания SNF разработала и запатентовала специальное оборудование для растворения под названием Floquip PSU™. В США и Канаде использование этого оборудования в скором времени было принято за стандарт в области повышения нефтеотдачи пластов. Оборудование использовалось также и в других проектах по всему миру (Оман, Индонезия, Ангола…).

Измельчитель для полимеров: FLOQUIP PSU™

Производство - строительство

Чтобы избежать необходимости проведения дорогостоящих работ на самом месторождении, компания SNF разрабатывает установки с возможностью монтажа оборудования на автономных конструкциях (закрытых или открытых). Такие конструкции в готовом виде направляются заказчику и устанавливаются на участке. Строительные и особенно сварочные работы могут выполняться в соответствии с различными строительными стандартами: ASME, API, DIN и др.

В тех случаях, когда в объем работ входит выполнение строительно-монтажных работ на самом месторождении, SNF привлекает к работе местные строительные компании, знакомые с применимыми в стране правилами, с требованиями данного нефтяного консорциума или компании, а также надлежащим образом аккредитованные на выполнение соответствующих работ.

Обучение, ввод в эксплуатацию, эксплуатация

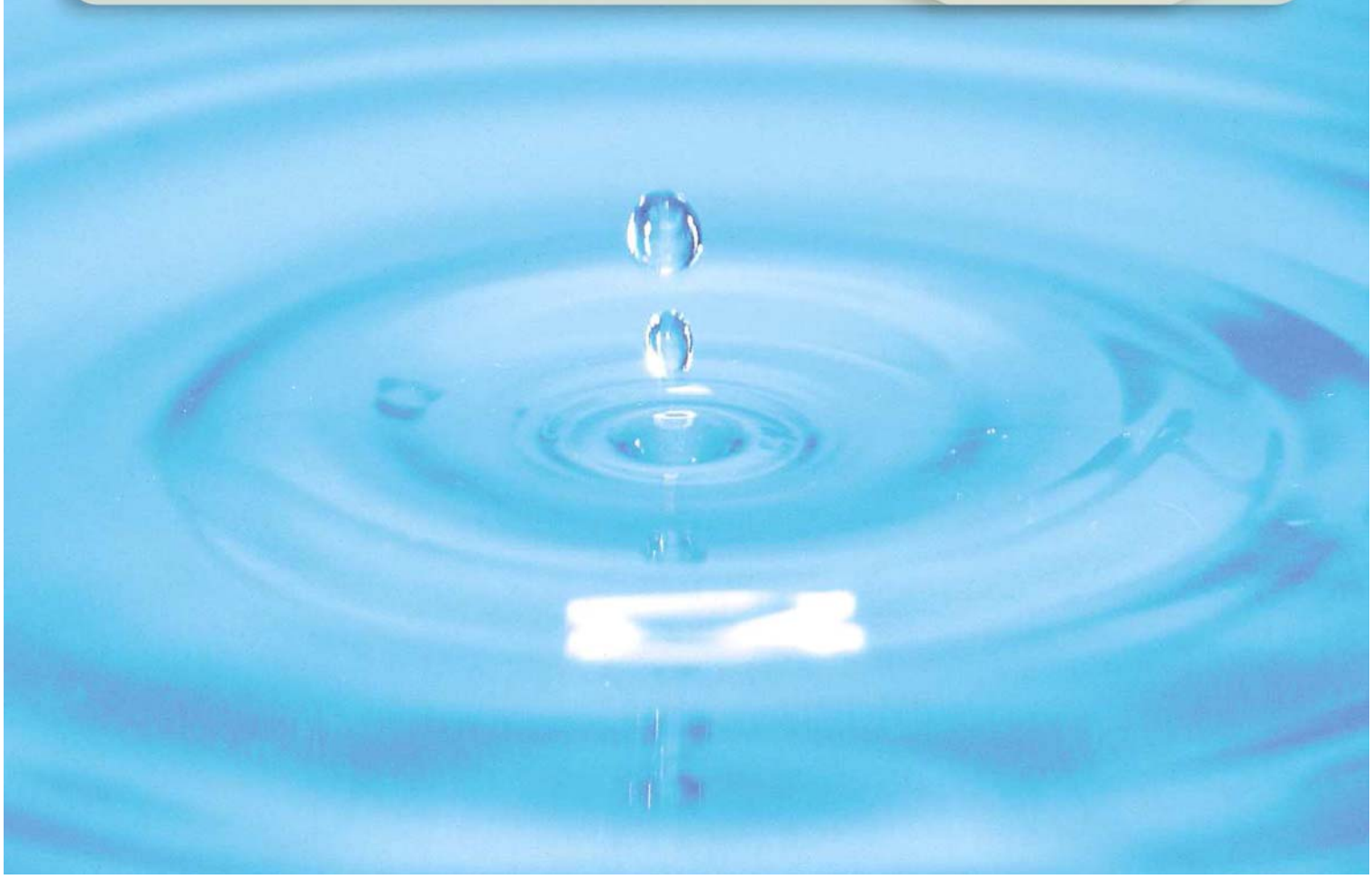
По завершении строительства SNF привлекает к работе профильную группу специалистов по вводу в эксплуатацию. Эта группа, состоящая из инженерно-технических работников, обладающих различными навыками, способна выполнять все этапы ввода в эксплуатацию и пуско-наладки в соответствии с требованиями компаний. Помимо пуско-наладочных работ, группа выполняет также отбор проб полимерного раствора и анализ основных параметров (текучесть (вязкость), коэффициент фильтрации и пр.) с целью оптимизации технологических параметров системы. Параллельно с выполнением пуско-наладочных работ SNF проводит учебные занятия для разных категорий работников компании: эксплуатационный персонал, обслуживающий персонал, работники лаборатории.

Полномасштабные испытания объекта для ASP-заводнения перед отправкой заказчику

Водоочистка

В рамках водоочистки необходимо решать две задачи. Первая касается качества воды для растворения или воды для закачивания. Для предотвращения деструкции полимерного раствора необходимо ограничивать присутствие в воде загрязняющих примесей, таких как кислород, H_2S и железо. В некоторых случаях требуется выполнять очистку воды для удаления излишков железа или кислорода.

Вторая задача связана с обработкой пластовой воды. Компания SNF постоянно приобретает новые знания и навыки, связанные с решением вопроса деструкции полимеров, остающихся в пластовой воде. Т.к. не все полимеры подвергаются деструкции, необходимо применять специальные методики обработки (желательно после отделения нефти от воды - чтобы не было оказано нежелательного воздействия на качество сырой нефти) с целью разрыва основных цепей оставшихся полимеров и, соответственно, понижения вязкости воды. Среди всех возможных методов обработки наиболее популярными являются химические и механические.



На этапе пробной эксплуатации нет никакой необходимости в детальной оценке влияния полимеров, остающихся в пластовой воде, т.к. вследствие эффекта разбавления, действующего в коллекторе, концентрация полимера в водоочистных установках будет ничтожно малой. Что же касается проектов полной промышленной эксплуатации, то тут в связи с обработкой воды нужно учитывать два момента. Первый момент связан с разделением сырой нефти и пластовой воды. Второй момент связан с обработкой пластовой воды после отделения ее от сырой нефти, с учетом последующего повторного использования или удаления.

Каждый конкретный случай имеет свои особенности, поэтому на этапе предварительного проектирования оборудования нужно проводить демонстрационные исследования.

В случае если планируется осуществлять повторное закачивание пластовой воды, необходимо обеспечивать минимальную концентрацию кислорода в этой воде - от 10 до 50 ч./млрд. В связи с этим нужно предусмотреть защиту всего оборудования минимальным давлением газа или азота с целью сведения к минимуму попадания кислорода. Сведения об основных методах обработки приводятся далее.

Механическая обработка

Увеличение размера оборудования

В том случае если вязкость не слишком велика, можно не увеличивать размер оборудования, а просто учитывать изменение скорости отделения. Оборудование в большинстве своем бывает рассчитано на максимальную вязкость от 2 до 4 сП. При этом в проектах, связанных с закачиванием воды, значения вязкости обычно находятся в пределах 1,57 (при 4 °С) и 0,367 (при 80 °С). Таким образом, вязкая вода может обрабатываться с использованием стандартного оборудования, если при этом рассчитывать значения Vo при разных условиях эксплуатации.

Очевидно, что эффективность систем газовой флотации при высокой вязкости будет ограничена, т.к. процесс коалесценции газовых пузырей активизируется с уменьшением эффективности микропузырьковой системы. Гидросепараторы, в целом, очень чувствительны к вязкости, и их испытания не показали положительных результатов. С другой стороны, фильтры и в особенности фильтры с ореховой скорлупой сохраняют эффективность и при высоких значениях вязкости, однако, они часто закупориваются вследствие падения эффективности другого оборудования.

Под влиянием эффекта сдвига в оборудовании (насосы, клапаны, трубы, ограничители) средний размер частицы, как правило, составляет менее 50 микрон. При использовании оборудования, где сначала производится удаление частиц наибольшего размера, затем - частиц меньшего размера, затем - самых маленьких, имеет место коалесценция. Налив самотеком, а также насосы с малым сдвиговым усилием обеспечивают лучший размер капель и качество обработки.

Дополнительная установка резервуаров-усреднителей перед каждым блоком очистки

Это позволяет оптимизировать процесс коалесценции в случае, если переливы между резервуаром хранения и блоками очистки осуществляются самотеком при очень небольшом усилии сдвига.

Коалесцирующие фильтры

Коалесцирующие фильтры рассчитаны на частицы размером от 5 до 15 микрон, но при больших значения вязкости они могут эффективно работать с частицами большего размера (при малых значениях сдвига).

Физико-химическая обработка

Данный вид обработки является сложным, т.к. анионные полимеры, как правило, вступают в реакции с катионными продуктами.

Реагент для разложения эмульсий ПАВ

Новый состав пластовой воды обусловливает необходимость подтверждения качества и количества используемого реагента для разложения эмульсии. Это особенно важно для систем ASP- и SP-заводнения, где ПАВ используются для стабилизации масляных эмульсий.

Повышение кислотности

В ASP-системах повышение кислотности приводит к дестабилизации щелочных солей и к нарушению гидролипидного баланса системы. Однако эффект сульфо-ПАВ сохраняется и преодолеть его сложно.

Коагуляция -флокуляция

Добавление коагулянтов и флокулянтов осуществляется на этапах газовой флотации и фильтрации. Данные катионные соединения осаждаются на используемом для заводнения анионном полимере. При обычно используемых концентрациях они не дадут никакого эффекта. Тем не менее, обработка воды может достигаться путем предварительного полного или частичного осаждения анионного полимера катионными флокулянтами.

Окислители

Добавление окислителя или окислительно-восстановлительной системы позволяет очень быстро понизить вязкость пластовой воды, сделав ее пригодной, к примеру, для сброса в море.

К наиболее эффективным окислителям относятся гипохлорит натрия, персульфат натрия, перекись водорода, и их активность возрастает по мере увеличения температуры.

Механическая деструкция

Т.к. полиакриламиды чувствительны к механической деструкции, представляется возможным понижать вязкость путем сдвига раствора. Делать это можно непосредственно перед той или иной обработкой, или непосредственно после нефтесборщика. Для достижения хорошего уровня деструкции необходимо приложить большое усилие сдвига, в диапазоне от 50 до 100 000 c^{-1} , с использованием насосов высокого давления, от 30 до 80 бар. При этом поток должен проходить через перфорированную пластину с отверстиями диаметром от 1 до 2 мм.

Термическая деструкция

Молекулярная масса полимера может быть понижена до 1-2 миллионов путем нагревания в течение одной минуты при 180 °C - 200 °C. Чтобы достичь этого результата при небольших финансовых затратах, можно использовать двухконтурный теплообменник и котел, работающий на попутном газе. Основной проблемой является коррозия под воздействием солевых растворов, для изготовления необходимого оборудования нужно использовать особые сплавы или титан.

Биообработка

В случае если молекулярная масса составляет более 2000, биообработка будет малопродуктивна.

Заключение

На стадии опытного проектирования влияние полимера на пластовую воду минимально – в связи с разбавлением, которое, вероятнее всего, происходит в коллекторе или в установках водоочистки. Что же касается более крупных проектов повышения нефтеотдачи пластов, то существует несколько методов деструкции, позволяющих максимально повышать эффективность процесса водоочистки посредством разрушения остаточных полимеров.

Для заметок

Для заметок

SNF s.a.s.
ZAC de Milieux
42163 Андрезьё Седекс
ФРАНЦИЯ
info@snf.fr
www.snf-group.com
+33 (0)4 77 36 86 00

ООО «СНФ Балтреагент»
РОССИЯ, 187026,
Ленинградская область,
Тосненский район,
Никольское, Ульяновское
шоссе, 5А
info@snf-group.ru
www.snf-group.ru
+7 (812) 380 97 71

SNF (CHINA) FLOCCULANT Co. Ltd.
Тайсинская зона
экономического развития -
Западная часть дороги Тунцзян
Город Тайсин
Провинция Цзянсу 225442
КИТАЙ
commercial@snfchina.com
www.snfchina.com
+86 523 767 6300

SNF (INDIA) Pvt. Ltd. Индия
C-20, Panchavati Township,
Akkireddypalem, BHPV post,
г. Вишакхапатнам-530 012,
ИНДИЯ
info@snf-india.com
pmulukutla@gmail.com
+91 891 253 3580-3581

SNF CANADA
2660 Coopers Circle
Эйрдри, (г. Калгари) пров.
Альберта T4B 3B8
КАНАДА
mtetz@snfhc.com
www.SNF-oil.com
+ 1 (403) 993-5699

SNF HOLDING Co.
PO Box 250,
1 Chemical Plant road
г. Райсборо, шт. Джорджия
31323 США
info@snfhc.com
www.snfinc.com
+ 1 912 884 3366

SNF DO BRASIL Ltda.
Estrada Bonsucesso
Itaquaquecetuba, 80 V Maria de
Lourdes
г. Гуарульюс, шт. Сан-Паулу
07251-280
БРАЗИЛИЯ
floerger@snfbr.com
www.snfbr.com
+55 11 64 80 21 22

SNF (AUSTRALIA) Pty. Ltd.
298 Broderick road
Lara, г. Виктория 3212
АВСТРАЛИЯ
info@snf.com.au
+61 (0)3 5275 9200

SNF SAS
ZAC de Milieux
42163 Андрезьё Седекс - ФРАНЦИЯ
Тел.: + 33 (0)4 77 36 86 00
Факс: + 33 (0)4 77 36 86 96
e-mail: info@snf.fr
web: www.snf.fr

SNF FLOERGER

ecopublishing®
LA MARQUE DE FABRIQUE RESPONSABLE D'ALTAVIA
www.altavia-group.com

PEFC 10-31-1247

Несмотря на то, что компанией SNF принимаются все необходимые меры, направленные на обеспечение достоверности и актуальности предлагаемой информации, компания не представляет никаких гарантий или заявлений (ни явных, ни подразумеваемых) в отношении достоверности, полноты и других характеристик качества содержащейся в настоящем документе информации, и не несет никакой ответственности в отношении использования данной информации. Ничто в настоящем документе не должно пониматься как рекомендация или разрешение использовать какую-либо информацию с нарушением патентных прав, прав на товарные знаки и авторских прав SNF и иных сторон. SNF не заявляет и не гарантирует (ни явным, ни косвенным образом) того, что использование предложенной информации не будет являться нарушением любых таких патентных прав, прав на товарные знаки или авторских прав.

Все права защищены - Издательство: Altavia St Etienne - сентябрь 2012 г.