

ТЕМА: Полимерное заводнение

ПОДГОТОВИЛА: Тажигалиева Нуршат

ПРОВЕРЯЛ: Кыргызбай Газиз

Полимерное заводнение

После того как возможности традиционных методов добычи нефти будут полностью исчерпаны, в залежах по всему миру останется еще примерно **2,0 x 10¹²** баррелей (**0,3 x 10¹² м³**) обычной нефти и **5,0 x 10¹²** баррелей (**0,8 x 10¹² м³**) тяжелой нефти

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.

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 $\frac{1}{3}$ – $\frac{1}{2}$ 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

Башня на салазках для хранения карбонатов и полимеров



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 заземленных 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.

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.



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 заземления 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

Спасибо за
внимание!