# ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

**на выполнение исследований ПАА**

# Вид научно-технической работы: научно-технические услуги

# Название работы: «Проработка применения полимерного заводнения»

Основание: Программа опытно-промышленных работ и внедрения новых технологий (повышения КИН и вовлечение НВЗ) на предприятиях …

# Цель работы и основное практическое назначение планируемых результатов:

Оценка эффективности применения технологии полимерного заводнения по данным фильтрационных исследований с использованием кернового материала, отобранного с пласта … и пласта … месторождений. Получение данных для гидродинамического моделирования применения полимерного заводнения.

# Задачи исследований:

определить параметры процесса взаимодействия прокачиваемого полимерного состава и порового пространства образца;

определить параметры фильтрации полимерного состава в поровой среде (давления закачки полимера, подвижность полимера, фактор сопротивления полимера);

определить способность полимера довытеснять нефть;

определить влияние полимерного раствора на изменение водопроницаемости керновой модели пласта;

определить предельную динамическую адсорбцию полимера на породе, десорбционную характеристику и механическую деструкцию полимера при прохождении через поровое пространство породы-коллектора.

# Объект исследования:

Процесс фильтрации полимерного состава через составную модель, представленную образцами горной породы ненарушенной структуры и правильной геометрической формы при условиях, соответствующих пластовым. Образцы изготовлены параллельно напластованию из полноразмерного керна отложений пласта … и пласта … месторождений.

Проведение исследований на двух керновых колонках (по одному эксперименту на каждую) с целевыми средними значениями коэффициента проницаемости по газу равного:

70‧10-3 мкм2 для модели пласта … месторождения;

150‧10-3 мкм2 для модели пласта … месторождения.

В пределах составной модели изменение проницаемости отдельных цилиндрических образцов не должно превышать 50 % от среднего значения.

# Условия испытаний:

При создании остаточной водонасыщенности в процессе подготовки образца к испытанию необходимо использовать пластовую воду или ее модель;

При проведении испытания необходимо использовать безводную пластовую нефть, близкую по химико-физическим свойствам для объекта исследования. В случае отсутствия таковой допускается использовать рекомбинированные пробы или изовискозные модели нефти, в том числе керосин;

В случае малой величины анизотропии породы (менее 1.5) допускается применять в испытании цилиндрические образцы, ориентированные перпендикулярно напластованию;

Приготовление полимерного состава должно происходить согласно инструкции, предоставленной производителем.

# Подготовка жидкостей к испытанию:

Пластовую нефть (рекомбинированную пробу), модель нефти и модель пластовой воды необходимо подготовить к испытаниям согласно ОСТ 39-195-86 «Нефть. Метод определения коэффициента вытеснения нефти водой в лабораторных условиях». Реологические характеристики жидкостей взять согласно последним актуализированным проектным документам.

Проба раствора полимера готовится согласно методике приготовления предоставленной разработчиком технологии, с учетом рекомендаций полученных результатам исследований в «свободном» объеме при этом фиксируется время приготовления. После приготовления отбирается проба полимера для получения исходных характеристик состава.

# Подготовка образцов к испытанию

Отдельные цилиндрические образцы должны быть проэкстрагированы от углеводородов спирто-бензольной смесью при соотношении компонентов 1:3 и отмыты от солей дистиллированной водой в аппаратах Сокслета, если минеральная основа образца не содержит набухающих частиц. Промытые образцы сушить до постоянной массы в сушильном шкафу при температуре от 102-105 оС. Высушенные образцы хранить в эксикаторе, низ которого заполнен каленным хлористым кальцием.

Далее следует определить коэффициент газопроницаемости и коэффициент открытой пористости образцов керна. По известным значениям коэффициента пористости и проницаемости отдельных цилиндрических образцов принять порядок компоновки составной модели таким образом, чтобы по направлению фильтрации флюида каждый последующий образец имел меньшую проницаемость и примерно равную пористость. Перед сбором составной модели каждый образец керна необходимо оторцевать, а в резиновой манжете на стыках помещать один слой фильтровальной бумаги.

Для непосредственной оценки процесса фильтрации полимера в поровой среде предусматривается следующая подготовка образцов, моделирующих пласт с начальной нефтенасыщенностью, к испытанию:

Создать остаточную водонасыщенность составной модели или отдельных образцов, входящих в ее состав способами капиллярометрии или центрифугирования;

Насытить одиночный образец или составную модель с остаточной водонасыщенностью керосином под вакуумом;

Собрать составную модель и поместить в кернодержатель. Создать условия, соответствующие пластовым (горное, пластовое давление, температуру);

Донасытить составную модель при пластовых условиях, профильтровав керосин в количестве не менее 2 поровых объемов;

Вытеснить керосин нефтью, прокачав ее через составную модель в количестве не менее 3 поровых объемов при объемном расходе, не превышающем 2.5 см3/мин.

Образец выдержать в течение 16-24 часов при температуре и давлении испытания.

# Порядок выполнения исследований

Осуществляется фильтрация нефти через составную керновую модель на 3-х различных режимах подачи жидкости – 0.05 см3/мин, 0.1 см3/мин и 0.2 см3/мин, при этом регистрируются расход жидкости и перепад давления. Здесь и далее закачку всех флюидов осуществляют со стороны большей проницаемости. После достижения равновесного состояния в процессе фильтрации флюида, т. е. при постоянной скорости фильтрации устанавливается постоянное значение перепада давления на торцах керна, рассчитывается проницаемость по нефти (Кпр.н.), как среднее значение, полученное по результатам измерений на трех режимах.

Из нефтенасыщенной модели пласта с остаточной водонасыщенностью осуществляется вытеснение нефти путем фильтрации модели воды в направлении «скважина-пласт». Объемный расход вытесняющей воды составляет 0.1 см3/мин. Вытеснение осуществляется непрерывно до полного обводнения выходящей жидкости и стабилизации перепада давления, но в количестве не менее 4 поровых объемов составной модели. В процессе вытеснения фиксируется объем вышедшей нефти и объем закаченной воды. После окончания выхода нефти необходимо прокачать еще не менее 0.5–1 объема пор модели пластовой воды, чтобы удостовериться в окончании процесса вытеснения нефти. По данным начальной нефтенасыщенности и объему вытесненной нефти рассчитываются коэффициенты остаточной нефтенасыщенности Кон и вытеснения нефти водой Квыт. Определяется фазовая проницаемость по воде при остаточной нефтенасыщенности (Кпр.в1).

Далее приготавливается раствор полимера заданной концентрации по методике производителя и фиксируется время приготовления концентрата. После приготовления отбирается проба полимера для получения исходных характеристик состава.

Через керновую составную модель фильтруется раствор полимерного состава при объемном расходе 0.1 см3/мин в направлении «скважина-пласт». Не допускается искусственного создания депрессии при закачке полимера во избежание чрезмерной механической деструкции состава.

В ходе фильтрационного испытания на противоположном торце керна собирают фильтрат полимера порциями равными объему порового пространства керновой модели (см. п. 7.7). Если объема порового пространства модели недостаточно для достоверной оценки динамической адсорбции (см. п. 8.3), десорбции (см. п. 8.5) и механической деструкции (см. п. 8.6) полимера, то объем собираемого фильтрата увеличивают до необходимого.

Всего на одну керновую модель пласта, рекомендуется отбирать не менее 6 проб полимера:

Первая проба не подверженная фильтрации;

Вторая, третья и четвертая пробы фильтрата соответствуют отобранным пробам после прокачки первого, второго и третьего поровых объемов модели;

Пятая проба отбирается после прокачки не менее 5 поровых объемов и стабилизации перепада давления (с отбором 4 и 5 объемов пор);

Шестая проба отбирается после прокачки 10 поровых объемов (с отбором 9 и 10 объемов пор).

**Примечание:** Если в ходе исследований будет выявлена стабилизация перепада давления и концентрации раствора на выходе, отбор проб можно прекратить и переходить к следующему пункту исследования.

Отобранные пробы фильтрованного полимера передаются отделу ХАИ, непосредственно после фильтрации через керновую модель с фиксацией времени начала исследований относительно времени приготовления полимерного состава. Оценка механической деструкции проводится путем сравнения вязкостей фильтратов с образцом полимерного состава не подверженного фильтрации через керн. Концентрация ПАА в фильтрате рассчитывается из концентрационных зависимостей вязкости полимерного состава при пластовой температуре.

В процессе фильтрации полимера фиксируются объем закачки, динамика давления и объем довытесненной нефти. Рассчитываются изменения коэффициентов вытеснения Квыт2 и остаточной нефтенасыщенности Кон2.

Следующим этапом исследования осуществляется фильтрация воды, используемой в системе ППД (или ее модель), через керновую модель, при объемном расходе 0.1 см3/мин. При этом регистрируются расход потока, перепад давления и концентрация вытесненного полимера. Отбор проб осуществляется следующим образом:

0-2 поровых объема отбираются единой пробой;

2-10 поровых объема: пробы отбираются каждый поровый объем.

Отбор проб заканчивается после достижения объема прокачки 10 поровых объемов и выполнения условия стабилизации перепада давления и нулевой концентрации полимера в профильтрованной воде. Отобранные пробы отдаются на анализ в отдел ХАИ, где определяется концентрация полимера в растворе. После достижения постоянной скорости фильтрации, стабилизации перепада давления и нулевой концентрации полимера в растворе на выходе, рассчитывается проницаемость по воде (Кпр.в2). Это необходимо для определения десорбционной характеристики полимера.

**Примечание:** Если в ходе исследований будет выявлена стабилизация перепада давления и концентрации раствора на выходе, отбор проб можно прекратить и переходить к следующему пункту исследования.

Далее рассчитывается остаточный фактор сопротивления по пластовому флюиду (RRFw), равный отношению подвижностей (К2флюида/µфлюида) пластового флюида после закачки полимера на первоначальную подвижность пластового флюида до закачки полимера (К1флюида/µфлюида).

Описанные в пунктах 9.3-9.10 испытания следует проводить на колонке № 1 (…). Для колонки № 2 (…) объем закачки полимера следует сократить до 0.3Vпор для более корректного определения довытесняющей способности. Для этого необходимо:

После проведения на колонке № 2 пунктов 8.1-9.2, приготовить раствор полимера заданной концентрации по методике производителя.

Через керновую составную модель № 2 фильтруется раствор полимерного состава при объемном расходе 0.1 см3/мин в направлении «скважина-пласт» в объеме 0.3 поровых объема. Не допускается искусственного создания депрессии при закачке полимера во избежание чрезмерной механической деструкции состава.

После закачки полимера продолжить вытеснение водой, используемой в системе ППД (или ее модель) при объемном расходе 0.1 см3/мин. Фильтрация осуществляется до стабилизации перепадов давления и расходов, но в объеме, не менее 5 объемов пор.

В процессе фильтрации фиксируются объем закачки, динамика давления и объем довытесненной нефти. Рассчитываются изменения коэффициентов вытеснения Квыт2 и остаточной нефтенасыщенности Кон2.

Произвести расчет остаточного фактора сопротивления по пластовому флюиду (RRFw).

# Определение предельной динамической адсорбции полимера на породе, десорбционной характеристики и механической деструкции полимера при прохождении через поровое пространство породы-коллектора

С целью изучения степени изменений свойств полимерных растворов при прохождении через поровое пространство коллектора исследованиям подвергаются пробы полимерного раствора, отобранные на выходе из керновой модели при проведении фильтрационных испытаний. Полученные результаты сравниваются со свойствами пробы полимерного раствора того же приготовления, но не подверженной фильтрации.

Таким образом, после получения на выходе из модели раствора с концентрацией полимера, равной исходной, закачка раствора прекращается и адсорбционное равновесие считается достигнутым. Степень удержания полимера на породе (*предельная динамическая адсорбция*) определяется методом материального баланса по разности количества полимера, вошедшего и вышедшего из модели пласта.

По полученным ранее пробам (при промывке моделью пластовой воды керновой модели, заполненной полимерным составом, до достижения нулевой концентрации полимерного состава на выходе) методом материального баланса определяется предельная десорбция полимерного состава.

Определение степени механической деструкции полимера после фильтрации через поровое пространство породы-коллектора проводится по методике определения динамической вязкости раствора полимерного состава. Полученные результаты сравниваются с данными по динамической вязкости свежеприготовленного раствора полимера до испытаний и вязкости раствора полимера, выдержанного в закрытом сосуде в течение времени испытаний, но не прошедшего фильтрацию. Расчет происходит по формуле:

()

Где – исходная динамическая вязкость полимерного состава, [мПа\*с]; –динамическая вязкость полимерного состава после фильтрации через поровое пространство породы-коллектора, [мПа\*с].

СОГЛАСОВАНО: