

ТЕХНОЛОГИЯ РЕОГАЗОХИМИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ

А. ПОТЯСОВ, В. МАКИЕНКО, М. ДУЛКАРНАЕВ
ООО «ЛУКОЙЛ — Западная Сибирь»
А. ШАХВЕРДИЕВ
НП «ИСИПН», ИММ НАН АР



Эффективные методы воздействия на пласт с целью повышения нефтеотдачи при разработке месторождений с неоднородными и истощенными коллекторами крайне актуальны и востребованы.

Очевидно, увеличение коэффициента извлечения нефти за счет разработки и комплексного внедрения новых технологий повышения нефтеотдачи пластов и интенсификации добычи углеводородов является одним из наиболее реальных и целесообразных путей не только повышения, но и стабилизации темпов падения добычи нефти.

Предлагаемая в этой связи реогазохимическая технология на основе генерации углекислого газа в пластовых условиях — без организации закачки его из наземных коммуникаций — обладает не только технологической, но и колоссальной экономической эффективностью.

В этой технологии диоксид углерода генерируется в пластовых условиях в результате термохимической стехиометрической реакции последовательно закачиваемых в пласт водных растворов газообразующих и газовыделяющих химических реагентов. Выделяемый в результате химической реакции CO_2 выступает в качестве газовой фазы при генерации га-

зожидкостной оторочки в процессе заводнения нефтяного пласта.

Результаты многочисленных экспериментальных, теоретических и промысловых исследований показали высокую эффективность внутрипластовых газогенерирующих составов, позволяющих эффективно регулировать динамические процессы, имеющие место при вытеснении нефти водой.

Помимо этого, повышение эффективности воздействия на залежь обеспечивается инициацией процесса отмыва остаточных углеводородов путем создания и использования термобарических условий существования «сверхкритического свойства» CO_2 .

Месторождения ООО «ЛУКОЙЛ — Западная Сибирь», представленные трудноразрабатываемыми, застойными и слабодрени-

руемыми зонами для адаптации инновационных технологий ПНП, не являются исключением (см. «Характеристики Ватьеганского месторождения»).

С целью эффективной реализации проектных решений был разработан и осуществлен комплекс предварительных аналитических и лабораторных исследований по выбору газогенерирующих композиций.

Лабораторные исследования

На первом этапе лабораторных исследований в качестве газогенерирующей композиции была испытана кислотная композиция Алдинол-20, которая представляет собой смесь многоатомных спиртов, катионных и неионогенного ПАВ, ингибитора коррозии, соляной кислоты и модифицирующих добавок.

В лаборатории физико-химических исследований методов ПНП ООО «КогалымНИПИ-нефть» проведены лабораторные испытания (в условиях, максимально приближенных к пласту АВ₈ Ватьеганского месторождения) кислотного состава Алдинол-20 на применимость в качестве газообразующего агента при внутрипластовой генерации в технологии реогазохимического воздействия.

Целью проведенного лабораторного теста являлось определение стехиометрических условий в реакции раствора на основе Алдинол-20 и водного раствора газовыделяющего агента. В рамках лабораторного испытания произвели расчет необходимого количества водного раствора агента для полной нейтрализации раствора кислоты.

В ходе лабораторных испытаний было установлено, что при нейтрализации раствора Алдинол-20 соблюдается стехиометрия реакции и после взаимодействия с газообразующим агентом появления нерастворимых осадков не обнаружено.

Эксперименты по фильтрации были проведены на фильтрационной установке физического моделирования нефтяного пласта CoreTest Systems FFES 655.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВАТЬЕГАНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Согласно результатам многочисленных исследований большая часть остаточной нефти Ватьеганского месторождения (пласт АВ₈) находится в сложных гидродинамических условиях. Данный пласт (АВ₈) состоит из трех самостоятельных пачек песчано-глинистых отложений, индексируемых как пласты АВ₈₋₁, АВ_{8-2a} и АВ₈₋₂₆. Разделены они между собой глинистыми перемычками толщиной 6–8 метров, иногда ее значение сокращается до 1 метра или, наоборот, увеличивается до 18–20 метров.

В пределах рассматриваемого участка пласт АВ₈₋₁ достаточно однороден и представлен пачкой песчаников и алевролитов. Средние нефтенасыщенные толщины ЧНЗ достигают 9,2 метра, а ВНЗ — 5,9 метра. Пласт АВ_{8-2a} представлен чередованием песчано-алевритовых и глинистых пород, формировавшихся в мелководно-морских условиях, от основной залежи отделяется зоной отсутствия коллекторов субмеридианального простирания.

Нефтеносным является верхний песчаный прослой пласта. Пласт АВ₈₋₂₆ представлен переслаиванием песчано-алевритовых и глинистых прослоев. Прослой коллекторов не выдержаны по площади и часто выклиниваются.

Пористость коллекторов пластов АВ₈ меняется от 16% до 26,9%, среднее значение 21,4%, проницаемость — 0,001–1,408 мкм², среднее значение — 0,150 мкм². Остаточная водонасыщенность имеет значительный диапазон изменений и колеблется в пределах от 18,5% до 74,7%, среднее значение — 36,6%.

В лаборатории ядерных исследований ООО «КогалымНИПИ-нефть» осуществлено физическое моделирование реогазохимического метода воздействия на нефтеводонасыщенную породу путем внутрипоровой генерации оторочки псевдокипящей газожидкостной системы.

Результаты проведенных экспериментов подтвердили эффективное вытеснение остаточной нефти оторочкой газожидкостной системы на основе внутрипластовой генерации диоксида углерода. Характерные кривые вытеснения приведены на рис.1 и 2.

На рис.2 приведены результаты экспериментального вытеснения

остаточной нефти из ядерной модели пласта в сочетании с блокирующей полимерной оторочкой и последующим вытеснением газогенерирующими композициями.

Выделяемый в результате химической реакции CO₂ выступает в качестве газовой фазы при генерации газожидкостной оторочки в процессе заводнения нефтяного пласта

Результаты лабораторных тестов, представленные на рис.3, очевидно доказывают эффективность вытеснения остаточной нефти путем генерации в пласте газожидкостной системы.

Рис. 1. Динамика фильтрации пластовой воды и реогазохимического воздействия через ядерную модель пласта Ватьеганского месторождения пласт АВ₈ без закачки блокирующей композиции ПАА

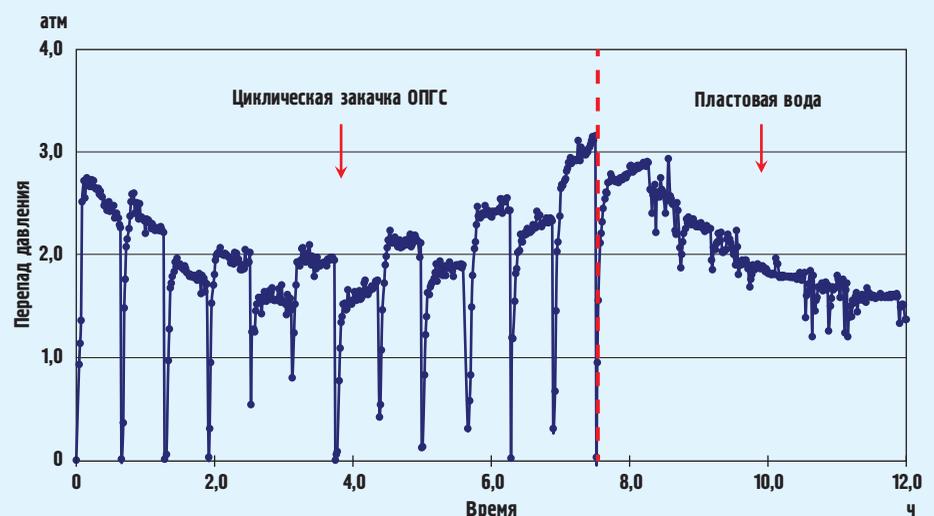
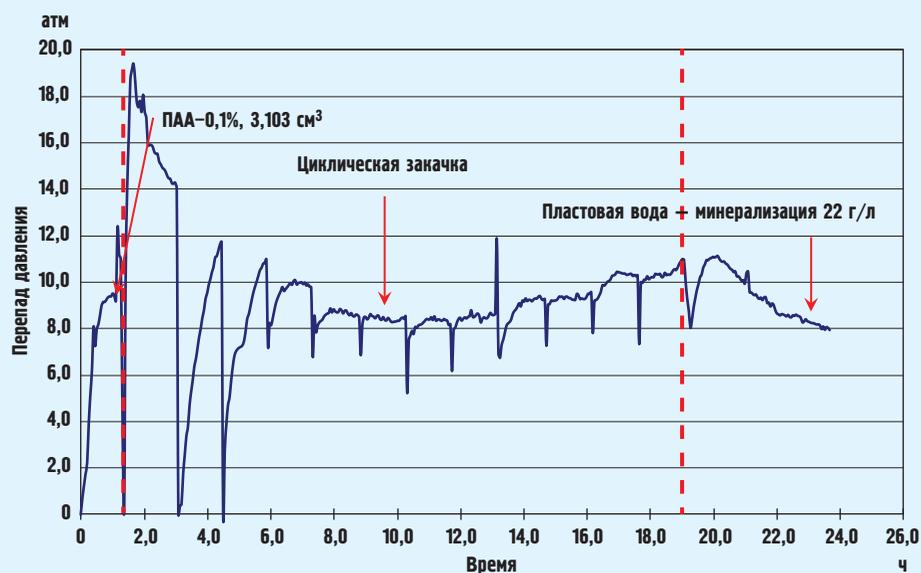


Рис.2. Динамика фильтрации пластовой воды и реогазохимического воздействия через керновую модель Ватьеганского месторождения пласт АВ₃ с блокирующим составом ПАА



Динамика давления в ходе стехиометрической реакции имеет

ООО «КогалымНИПнефть» проведены лабораторные испытания кислотного состава Алдинол-20 на применимость в качестве газообразующего агента

переменный характер с различными периодами. Локальное давление, возникающее при газогенерации в поровых каналах, существенно увеличивает фильтра-

вытеснения углеводородов из пласта.

Применение в качестве газообразующей композиции на основе химического реагента Алдинол-20 обеспечило соответствующие бародинамические условия для протекания внутрипластовой реакции газовыделения.

Следует отметить также, что по результатам опытов наблюдается эффект неоднородности вытеснения по простиранию керно-

вых образцов. Степень вытеснения остаточной нефти уменьшается при продвижении вытесняющего флюида от первого керна к последнему в составной модели пласта (рис.4).

Таким образом, анализ итоговых результатов серии лабораторных экспериментов на составных пластовых моделях керновых образцов позволяет сделать следующие выводы:

Максимальный коэффициент вытеснения наблюдается на начальных стадиях, где локальное давление возникает в ходе интенсивной реакции газообразующих композиций, а именно на участке первого кернового образца. С продвижением оторочки по длине модели эффект прироста коэффициента вытеснения уменьшается, что свидетельствует об отложении вытесненной на начальном участке модели нефти на стенках поровых каналов следующих кернов по мере продвижения вытесняющего флюида (рис.4);

При использовании блокирующего раствора полиакриламида (ПАА), несмотря на очевидный рост давления закачки, тенденция проявления эффекта при вытеснении нефти уменьшается. Это может быть объяснено адсорбцией полимера на нефтенасыщенных порах керна.

Исследования показали также, что в экспериментах с блокирую-

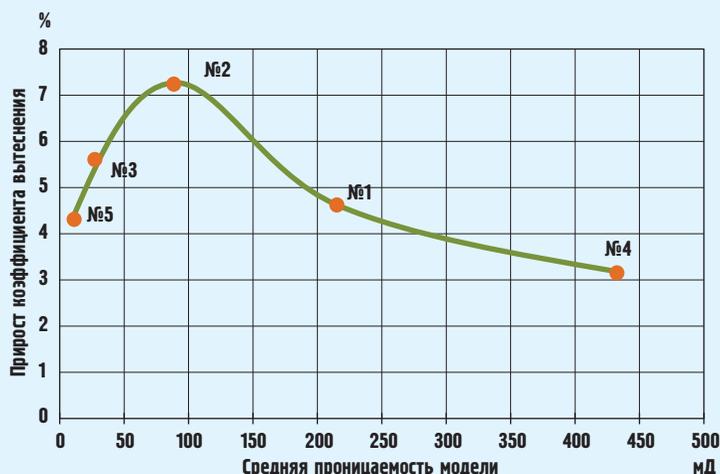
Результаты лабораторных тестов очевидно доказывают эффективность вытеснения остаточной нефти путем генерации в пласте газожидкостной системы

ционное сопротивление и освобождает заземленную нефть, что обеспечивает отмыв неохваченных водным воздействием зон

Полученные в ходе промышленного внедрения результаты позволили разработать оптимальную технологическую схему воздействия на пласт

коллектора, и, таким образом, удастся повысить коэффициент

Рис.3. Прирост коэффициента вытеснения нефти оторочкой на основе внутрипластовой генерации диоксида углерода-CO₂ для различных диапазонов варьирования проницаемости в серии лабораторных экспериментов (эксперимент без закачки ПАА)



щей композицией ПАА наибольшая эффективность вытеснения остаточной нефти наблюдается в диапазоне низких проницаемостей 30–150 мД (рис.3).

ОПР

Были реализованы скважино-операции по закачке оторочки псевдокипящей газожидкостной системы в нагнетательные скважины участка Ватьеганского месторождения (пласт АВ₈).

На всех скважинах полностью был выполнен намеченный объем исследований по замерам приемистости до и после промышленного мероприятия, а также осуществлялся динамический контроль давления нагнетания воды.

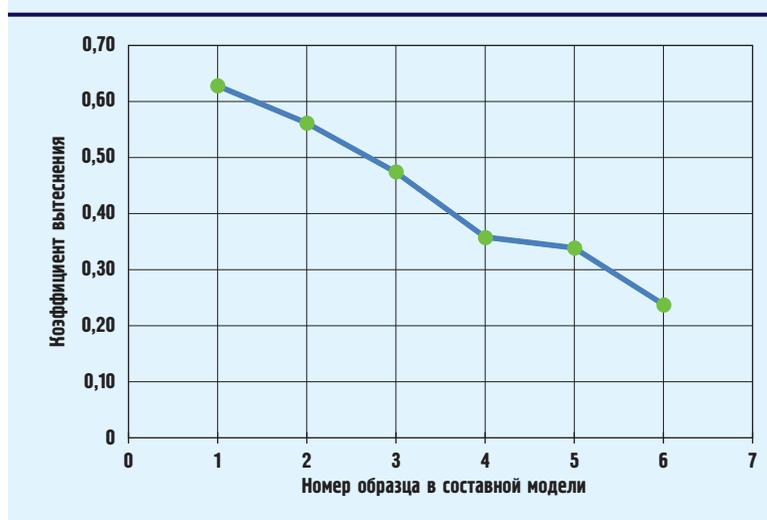
В результате проведения ОПР на нагнетательных скважинах отмечалось увеличение приемистости и снижение давления (с 10,0 до 6,3 МПа). В этой связи следует отметить, что одним из условий успешного технологического воздействия на пласт является увеличение объемов закачиваемой воды с целью обеспечения широкого охвата пласта вытеснением по вновь открывшимся фильтрационным каналам.

Эффективность ОПР определялась по приросту добычи нефти реагирующих добывающих скважин в течение шести месяцев после проведения скважино-операций на нагнетательных скважинах. Оценка эффективности ОПР проводилась по «Унифицированной методике определения технологической эффективности ГТМ» НП «ИСИПН» по 21 реагирующей скважине, среагировавшей на реогазохимическое воздействие.

Результаты расчета технологической эффективности реализации проекта на опытном участке Ватьеганского месторождения по 21 добывающей скважине, среагировавшей на воздействие:

- при расчете по отдельным добывающим скважинам участка в сумме 5684 тонн (12,6% прироста текущей добычи нефти) дополнительной добычи нефти;
- при расчете по участку в целом 5759 тонн (12,8% прироста текущей добычи нефти) дополнительной добычи нефти.

Рис.4. Изменение коэффициента вытеснения по длине составной модели



Полученные в ходе промышленного внедрения результаты позволили разработать оптимальную технологическую схему воздействия на пласт, в том числе с остаточными запасами нефти в условиях добычи жидких углеводородов на участке Ватьеганского месторождения.

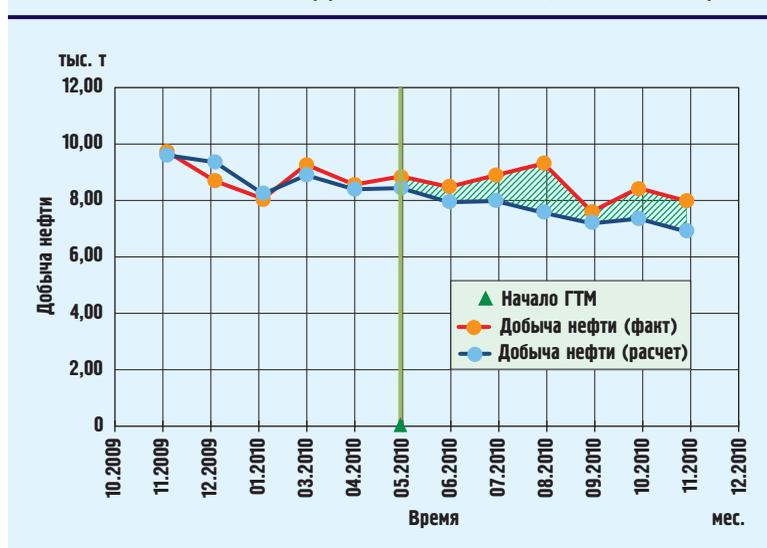
Как показывает опыт промышленных операций, эффективное доизвлечение нефти в условиях внутрипластовой генерации газожидкостной оторочки и блокирования высокопроницаемых интервалов возможно при увеличении нагнетаемых объемов воды, как необходимого условия повышения охвата пласта вытеснением и извлечения остаточных углеводо-

родов из застойных и слабодренлируемых зон.

Лабораторные и промысловые исследования внутрипластовой генерации газожидкостной оторочки на основе CO₂ подтверждают технологическую и экономическую эффективность предлагаемых инновационных технологий

Лабораторные и промысловые исследования внутрипластовой генерации газожидкостной оторочки на основе CO₂ подтверждают технологическую и экономическую эффективность предлагаемых инновационных технологий.

Рис.5 Оценка технологической эффективности по добыче дополнительной нефти





РОССИЙСКАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ НЕФТЕГАЗОВАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ И ВЫСТАВКА SPE ПО РАЗВЕДКЕ И ДОБЫЧЕ 2012

16 - 18 ОКТЯБРЯ 2012

ВВЦ, ПАВИЛЬОН 75, МОСКВА, РОССИЯ

**Планируйте свой бизнес, используя инструменты продвижения в рамках мероприятия!
Бронируйте лучшие выставочные места по специальной цене до 1 ноября 2011 года.
Подробности на www.russianoilgas.com**

Новые возможности, которые открываются перед вами на выставке и конференции SPE 2012 года:

- Встретиться с ведущими экспертами отрасли более чем из 50 стран мира
- Продемонстрировать свои разработки профессионалам сектора разведки и добычи со всего мира
- Установить связи с российскими и мировыми экспертами сектора разведки и добычи

УСПЕХИ RO&G 2010 ГОДА

Краткая статистика

- Свыше 3300 участников более чем из 57 стран
- 1000 делегатов конференции
- Количество посетителей выставки возросло на 28% по сравнению с 2008 г.

КОНТАКТЫ:

Ирина Кузнецова,
Группа нефтегазовых мероприятий RX, Россия
т.: +7(495) 937 68 61
e: irina.kuznetsova@reedexpo.ru

Наталья Яценко,
менеджер проекта
т.: +44(0) 208 910 7194
e: nataliya.yatsenko@reedexpo.co.uk

СПОНСОРЫ И ОРГАНИЗАЦИИ, ОКАЗАВШИЕ ПОДДЕРЖКУ В 2010 ГОДУ

Платиновые спонсоры



Зелотой спонсор



Спонсоры



Организаторы

