

А.Н.Янин (ООО "Проектное бюро "ТЭРМ")
В.А.Афанасьев, И.В.Захаров
(ТО "СургутНИПИнефть")

"Предложения к проектированию одновременно-раздельной разработки многопластовых месторождений"

В опубликованной в 1965 году брошюре "Большая нефть Тюмени" [1] председатель Госкомитета нефтедобывающей промышленности при Госплане СССР Н.К.Байбаков писал: "Важным техническим мероприятием, резко сокращающим расходы средств и материалов на бурение и эксплуатацию нефтяных и газовых скважин, является, одновременно-раздельный отбор нефти или газа из нескольких пластов в одной скважине, а также одновременная раздельная закачка воды в несколько нефтяных пластов через одну скважину.

Этот способ эксплуатации нашел широкое применение в зарубежной практике. В нашей стране он не получил широкого распространения, хотя этим вопросом наши специалисты занимаются уже много лет. В Соединенных Штатах Америки ежегодно в эксплуатацию 2,5-3 тысячи новых скважин с одновременным раздельным отбором нефти или газа из нескольких пластов в одной скважине".

Спустя почти полвека актуальность проблемы ускоренного и массового внедрения оборудования ОРР несколько не снизилась, а наоборот, в условиях рыночной экономики, даже выросла. Что же мешает нефтяным компаниям в России более активно заниматься развитием этого перспективного направления?

Цель статьи – сформулировать основные проблемы, препятствующие массовому применению ОРР на нефтяных промыслах России, и попытаться указать пути их решения.

В последнее время интерес нефтяных компаний к внедрению оборудования для одновременно-раздельной разработки (ОРР) пластов на многопластовых нефтяных месторождениях заметно усилился. Это связано с выходом предприятий на сложнопостроенные низкопродуктивные залежи, разработка которых самостоятельными сетками скважин убыточна. В этом случае только применение оборудования ОРР может обеспечить приемлемые финансовые результаты разработки многопластовых месторождений [2].

В России в наибольших объемах технологии ОРР внедряются на промыслах Татарстана. На сегодняшний день число скважин, оборудованных компоновками ОРР, приближается здесь к 1000, а количество скважин, переведенных на ОРР в 2011 году – 241 [3]. В Западной Сибири в максимальных объемах указанное оборудование (а в подавляющем большинстве скважин, это компоновки ОРЗ) освоено на уникальном Приобском месторождении (СЛТ+ЮЛТ). Судя по данным работ [4, 5, 6], в 2012 году количество нагнетательных скважин, оснащенных ОРЗ, в сумме превысит здесь 700-750.

Отметим, что анализу текущей ситуации с ОРР мешает отсутствие достоверных и полных статистических данных об объемах внедрения этих технологий в масштабах России. Авторы предлагают аналогично тому, как нефтяные компании отчитываются об объемах внедрения ГТМ и МУН, ввести в госстатотчетность по отрасли сведения о количестве ежегодных переводов скважин на технологии ОРД и ОРЗ, а также количестве действующих добывающих и нагнетательных скважин, оборудованных средствами

ОРД и ОРЗ. Пока же можно лишь предположить, что доля фонда, оборудованного компоновками ОРР, в России не превышает 1% от общего количества скважин, в т.ч. средствами ОРЗ оснащено, очевидно, менее 3% нагнетательного фонда.

Одна из причин слабого внедрения ОРР – это недостаточное внимание специалистов-проектировщиков по разработке нефтяных месторождений к применению ОРР, а также слабое понимание ими широких возможностей этих технологий, обеспечивающих эффективность в самых разнообразных геологических условиях. Сказывается и отсутствие четких геологических критериев ("нижних пределов") применения этих технологий.

Другая причина – отсутствие у машиностроительных фирм перспективных оценок суммарных объемов производства оборудования ОРР, как по регионам нефтедобычи, так и в целом по стране.

Третья причина – не соответствующие требованиям времени качество и надежность производимого отечественными предприятиями оборудования ОРР.

В нормативно-технических документах на проектирование [Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 53710-2009 «Месторождения нефтяные и газонефтяные. Правила проектирования разработки»], а также промышленное внедрение ОРР [Национальный стандарт РФ ГОСТ Р 53713-2009 «Месторождения нефтяные и газонефтяные. Правила разработки»] указывается на обязательное исследование вариантов применения технологий одновременно-раздельной добычи нефти и закачки в несколько пластов через одну скважину.

Тем не менее, несмотря на наличие этих стандартов, авторам статьи представляется целесообразным разработать также общепромышленные "Методические рекомендации по проектированию технологий ОРД и ОРЗ на многопластовых нефтяных месторождениях России".

В настоящее время при подготовке проектных документов на разработку многопластовых месторождений чаще всего планируют лишь опытно-промысловые работы по апробации технологий ОРР на единичных скважинах или локальных участках. На стадии составления первых проектных документов для многопластовых месторождений технико-экономические исследования по обоснованию применения технологий ОРР совмещённых нефтеносных площадей залежей проводятся в недостаточных объемах.

Принципиально важно отметить то, что с помощью оборудования ОРР можно рентабельно вовлечь в разработку огромные запасы нефти, содержащиеся в низкопроницаемых (тонких) пластах (НПП) на многопластовых месторождениях без бурения дополнительных скважин.

По результатам трехмерного моделирования известно, что при реализации на НПП экономически привлекательных вариантов разработки (т.е. с разреженными сетками) весьма проблемными становятся вопросы обеспечения эффективного вытеснения нефти, приемлемых дебитов скважин, передачи энергии в пласте от нагнетательных скважин к добывающим и т.п. Несмотря на проведение ГРП при освоении скважин из бурения, через несколько месяцев в зоне питания добывающих скважин обычно отмечается падение пластового давления и, как следствие, снижение дебитов. Часть скважин приходится переводить на периодическую (низкорентабельную) эксплуатацию с малыми дебитами. В то же время высокопродуктивные пласты (ВПП) этих же месторождений работают устойчиво, с проектными дебитами. Вполне логичным представляется вариант объединения потенциалов НПП и ВПП в условиях одной сетки скважин с

помощью оборудования ОРР.

В последние годы на нефтяных месторождениях ОАО "Сургутнефтегаз" проводит массовое бурение скважин на глубокозалегающий низкопроницаемый пласт ЮС₂, с транзитным вскрытием верхних разрабатываемых ВПП. В этом случае транзитные пласты досконально изучаются на предмет нахождения в них рентабельных остаточных извлекаемых запасов (ОИЗ) нефти. В случае обнаружения таких запасов с помощью оборудования ОРР можно вовлечь эти запасы в активную разработку.

Достаточно перспективным является добуривание забоев и вскрытие пласта ЮС₂ перфорацией в бездефектных стволах верхних пластов, обеспечивая за счет ОРР необходимую, достаточно высокую плотность сетки скважин. Кстати, "раннее" вскрытие пласта ЮС₂ скважинами верхних объектов позволило бы обеспечить его доразведку ещё в 90-е годы XX-го века. Однако, в тот период существовали большие проблемы со скважинным насосным оборудованием для ОРД. Сейчас промышленное освоение подобного оборудования в России ожидается в 2013-2014 гг.

Как было указано выше, для успешной разработки НПП необходимы жёсткие системы воздействия, плотные сетки размещения скважин т.п. Только в этих условиях можно обеспечить эффективное вытеснение нефти. Подобный результат наблюдается, например, при выборе плотности сетки для низкопроницаемого (5-10 мД) пласта ЮС₂ Среднего Приобья. Аналогичная ситуация отмечается и по многим НПП на других месторождениях Западно-Сибирского региона. Однако, реализация подобных систем требует высоких материальных затрат. На практике для снижения убытков при разработке НПП нередко («волевым решением») производственные затраты сокращают в ущерб обеспечению запроектированных параметров вытеснения нефти и достижению высоких КИН.

Заложенные в проектных документах решения по системам разработки месторождений должны базироваться на применении освоенной техники и технологии, обеспечивать приемлемый уровень добычи нефти при высокой (экономически обоснованной) конечной нефтеотдаче, наилучшем использовании основных производственных фондов, материальных и трудовых ресурсов. Всем этим условиям будут удовлетворять решения, предусматривающие разработку двух и более продуктивных пластов (совпадающих в плане) по технологии ОРР. Рассмотрим общие рекомендации по проектированию ОРР на вводимых в эксплуатацию многопластовых месторождениях.

Вначале по трехмерным гидродинамическим моделям исследуются варианты отдельной разработки пластов и обосновываются оптимальные решения. При необходимости с целью снижения убытков проводится определенная корректировка параметров.

Для многопластовых месторождений с ОРР исследуется два варианта:

1) С сохранением технологических параметров разработки каждого пласта при снижении материальных затрат на процесс (за счет сокращения общего фонда скважин);

2) С улучшением технологических параметров разработки каждого пласта при сохранении материальных затрат (фонда скважин) на реализацию процесса.

По варианту 1 в проектном фонде скважин одного ("базового") пласта перфорируется и второй пласт. За "базовый" обычно принимают пласт с наибольшим проектным фондом и (или) с более плотной сеткой скважин. Последующими технико-экономическими расчетами проверяется правильность принятого решения. Поскольку затратные параметры при этом будут находиться практически на уровне затрат на раз-

работку одного пласта, то для дальнейшего улучшения показателей могут быть запланированы дополнительные объемы ГТМ.

По варианту 2 при внедрении ОРР совмещенная зона пластов разбуривается суммарным фондом скважин, определённым для каждого пласта в отдельности. В этом случае технологические показатели значительно улучшатся. Возрастут фонд скважин и плотность сетки их размещения, а значит, повысится коэффициент охвата запасов сеткой и КИН, особенно в неоднородных пластах.

Кроме указанных вариантов, в зависимости от геолого-физических характеристик пластов, свойств флюидов, степени совмещения нефтеносных площадей пластов в плане – могут быть рассмотрены также промежуточные варианты.

Если пласты совпадают на ограниченной площади, то возможны следующие варианты их разработки:

а) разбуривается пласт с более плотной сеткой, в т.ч. и на совмещенном участке, где в скважинах перфорацией приобщается второй пласт. Таким образом, для совмещённых зон пластов сокращаются объёмы проходки и сроки разбуривания;

б) разбуривается пласт с плотной сеткой, в т.ч. и в совмещённых зонах пластов. Одновременно совмещенная зона разбуривается и по сетке пласта с низкой удельной площадью на 1 скважину. В скважинах совмещенного участка перфорацией вскрываются оба пласта. Таким образом, в совмещённой зоне пластов (по объекту) существенно увеличиваются фонд скважин и плотность сетки;

в) для совмещённых зон проектируют самостоятельные системы разработки пластов с массовым применением технологий ОРР.

Все варианты разработки подробно исследуются с технико-экономических позиций с учётом достигаемых КИН [7]. Сетки скважин и системы разработки пластов, по возможности, должны быть взаимно согласованы, таким образом, чтобы в целом по площади они образовывали общую оптимальную сетку.

Обустройство кустов скважин в зоне совмещенных пластов, в первую очередь, должно удовлетворять условиям разработки НПП. Например, наземная система ППД участка проектируется на высокое (18-20 МПа) устьевое давление закачки воды. При этом в высокопродуктивный пласт закачка будет вестись под расчётным пониженным давлением нагнетания.

При ОРЗ рациональной может оказаться циклическая закачка воды. Под высоким (например, 18 МПа) давлением в высокопродуктивный пласт за короткий период закачивается (месячный) проектный объем воды. Далее закачка в ВПП прекращается и переносится на другие скважины. Закачка воды в НПП под высоким (18 МПа) давлением на рассматриваемом участке ведется непрерывно весь месяц. При этом исключаются непроизводительные потери энергии на дросселирование объемов закачки воды в высокопродуктивный пласт. В этом случае обвязка нагнетательных скважин при ОРЗ исключает замерзание водовода в зимний период времени.

Возможны варианты дожима (для НПП) на скважине подаваемой воды или подача воды от кустовой насосной станции по отдельным водоводам высокого и низкого давления и т.д. Эти варианты необходимо оценить экономически.

Что касается многочисленных случаев добычи нефти, то в качестве примера можно отметить, что применение ОРД позволяет повысить дебит нефтяных скважин в контактных водонефтяных зонах [8]. При этом в скважине вскрывают как нефте- так и водонасыщенный интервалы пласта и с помощью ОРД проводят отдельные отборы

нефти и воды при различных забойных давлениях. За счет этого в процессе эксплуатации исключается интенсивное образование водяного конуса в пласте, обычно "отсекающего" нефтенасыщенную часть разреза.

При проектировании систем разработки новых месторождений, как правило, отсутствует достаточная геологическая информация по всем пластам. По мере разработки первоочередных объектов накапливаются сведения о других (второстепенных) пластах, которые впоследствии могут быть приобщены к ранее вскрытым пластам с помощью методов ОРР.

Если первоочередным разрабатывается ВПП с достаточно плотной сеткой, то проблем нет, т.к. этот фонд скважин впоследствии будет использован и для приобщаемых (низкопродуктивных) объектов. В противном случае сетка приобщаемого низкопродуктивного пласта должна быть уплотнена за счёт бурения новых скважин или проводки боковых стволов. Однако, данные работы можно проводить только в тех скважинах, техническое состояние которых допускает проведение повторных буровых работ.

В настоящее время основной фонд скважин на многопластовых месторождениях ОАО «Сургутнефтегаз» разбурен самостоятельными сетками скважин. Лишь в незначительной части добывающих скважин два пласта вскрыты одним фильтром. Остатки внедрения ОРД – это фонтанные скважины прошлых лет. В этой ситуации внедрение ОРР может быть связано с приобщением к разрабатываемым пластам позже разбуренных (совпадающих в плане) пластов.

Кроме того, применяя оборудование ОРР на ряде месторождений района, возможно осуществить перфорацию вышележащих пластов с целью довыработки остаточных запасов нефти. Накоплен значительный опыт по технологии вторичного вскрытия вышележащего пласта из скважин с бездефектной эксплуатационной колонной.

Таким образом, по разрабатываемым месторождениям, оснащая скважины средствами ОРД и ОРЗ, можно успешно решать следующие задачи:

- приобщение пластов с низкорентабельными и непромышленными запасами;
- повышение депрессии в скважинах за счёт перевода с ШГН на ЭЦН;
- сокращение фонда периодически работающих скважин;
- интенсификация системы разработки низкопродуктивных пластов путем уплотнения сетки за счёт использования скважин других пластов;
- повышение качества контроля за работой пластов по разрезу через нагнетательные скважины;
- выравнивание профиля вытеснения нефти водой в пластах;
- зональное увеличение пластового давления на участках, где это необходимо;
- снятие проблемы штуцирования нагнетательных скважин и переход от штатных систем ППД к циклическим или импульсным.

При анализе разработки пластов проектантам следует выявлять зоны пластов, где необходим перевод скважин на одновременно-раздельную эксплуатацию, проверив наличие спецтехники и проведя технологическое и экономическое обоснование планируемых работ.

Перечисленные задачи решаются с помощью применения оборудования для ОРД и ОРЗ, как на отдельных скважинах, так и на локальных участках пластов. После назначения скважин для перевода на ОРР по действующим расчётным моделям разработки месторождений проектанты рассчитывают технико-экономический эффект от внедрения планируемых технологий.

Выводы

1. Объёмы применения технологий ОРР в Западной Сибири весьма ограничены и не соответствуют насущным потребностям повышения эффективности использования ресурсной базы УВС региона.

2. Основными причинами слабого промышленного производства оборудования для ОРД и ОРЗ является недостаточное внимание специалистов по проектированию разработки к этим технологиям, отсутствие четких геологических критериев успешного применения технологий ОРД и ОРЗ, а также отсутствие достоверного прогноза потребностей нефтедобывающих компаний в объёмах и номенклатуре оборудования ОРР на перспективу.

3. В технические задания на проектирование разработки многопластовых месторождений необходимо включать специальные требования об исследовании вариантов их одновременно-раздельной разработки.

4. ЦКР Роснедр по УВС рекомендуется запрашивать в составе документов на разработку многопластовых нефтяных месторождений представление вариантов, предусматривающих применение ОРД и ОРЗ, в т.ч. с целью вовлечения в разработку низко rentабельных и «забалансовых» запасов нефти.

5. Органам госстатистики рекомендуется внести в перечень контролируемых показателей в отчетности нефтедобывающих предприятий страны сведения о вводе и количестве скважин, оборудованных средствами ОРД и ОРЗ.

6. Авторы считают необходимым подготовить отраслевые «Методические рекомендации по проектированию технологий ОРД и ОРЗ на многопластовых месторождениях России».

Список литературы

1. Байбаков Н.К. Большая нефть Тюмени. – Свердловск: Средне-Уральское книжное издательство, 1965. 60 с.

2. Проблемы внедрения технологии одновременно-раздельной эксплуатации на многопластовых месторождениях России. Афанасьев В.А., Захаров В.А., Захаров И.В., Матвеев С.Н., Цику Ю.К. // Нефтяное хозяйство. – 2011. – №7. – С.94-97.

3. Курсом устойчивого развития // Нефть и жизнь. – 2012. – №1. – С.14-18.

4. Барышников А.В. Обоснование технологии разработки многопластовых объектов с применением оборудования для одновременно-раздельной закачки воды (на примере лицензионной территории Приобского нефтяного месторождения). // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. – Санкт-Петербург. – 2011. – 18 с.

5. Янин А.Н., Янин К.Е., Барышников А.В. Техничко-экономическая эффективность одновременно-раздельной закачки воды на Южной лицензионной территории Приобского месторождения // Нефтяное хозяйство. – 2011. – №12. – С.41-43.

6. Протокол ЦКР Роснедр по УВС "Технологическая схема разработки Приобского месторождения" №5334 от 29.12.2011г.

7. Оценка влияния массового применения ОРЗ на нефтеотдачу многопластового низкопроницаемого объекта. Янин А.Н., Барышников А.В., Кофанов О.А., Трухан Я.А. // Бурение и нефть. – 2011. – №5. – С.46-49.

8. Афанасьев В.А., Алдакимов Ф.Ю., Шубин В.В. Повышение эффективности эксплуатации нефтяных скважин водонефтяных зон // Нефтяное хозяйство – 2010. – №7. – С.106-109.