

СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГУМАНИТАРНЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

*МАТЕРИАЛЫ
IX МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ*

30–31 декабря 2011 г.

Москва 2011

УДК 53:51+54+57+67.02+93+330+14+80+340+371+61+615.1+619+7.01+
+159.9+316+32+008+551

ББК 72

С56

*Полное или частичное воспроизведение или размножение
каким бы то ни было способом материалов, опубликованных в настоящем издании,
допускается только с письменного разрешения авторов.*

С56 **Современные** проблемы гуманитарных и естественных наук
[Текст] : материалы IX международной научно-практической конферен-
ции 30–31 декабря 2011 г. / Науч.-инф. издат. центр «Институт страте-
гических исследований». – Москва : Изд-во «Спецкнига», 2011. – 580 с.

ISBN 978-5-91891-095-5

Проведение IX международной научно-практической конференции «Современные проблемы гуманитарных и естественных наук» способствует интеграции науки, образования и производства. Ученым и специалистам предоставляется возможность познакомиться с достижениями приоритетных направлений современной науки и техники, продемонстрировать результаты своих исследований, обменяться мнениями, опубликовать научные статьи.

В сборнике представлены материалы докладов IX международной научно-практической конференции «Современные проблемы гуманитарных и естественных наук», отличающиеся новизной и детальной проработкой поставленных в них проблем развития современной науки.

**УДК 53:51+54+57+67.02+93+330+14+80+340+371+61+615.1+619+
7.01+159.9+316+32+008+551**
ББК 72

ISBN 978-5-91891-095-5



9 785918 910955 >

© Авторы научных статей, 2011

© Институт стратегических исследований

НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Кириллов И.В.¹, Борхович С. Ю.², Цепелев В.П.³ ^с

¹ Аспирант, ФГБОУ ВПО "Удмуртский государственный университет"
Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева;

² К.т.н., заместитель директора института по науке Институт нефти и газа
им.М.С. Гуцериева, УдГУ;

³ К.т.н., доцент, ФГБОУ ВПО "Ижевский государственный технический университет",
кафедра ПО

ОРГАНИЗАЦИЯ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ НЕФТЯНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

Аннотация

В данной работе описывается один из подходов организации нестационарного заводнения в многопластовом объекте разработки на поздней стадии эксплуатации. Суть разработанного метода заключается в системном воздействии на пласт как со стороны нагнетательных, так и со стороны добывающих скважин путем периодического изменения режимов работы скважин. При организации данного метода достигается повышение коэффициента охвата в неоднородных коллекторах и изменяется преобладание вязкостных сил в потоке на капиллярные и гравитационные.

Получены оптимальные параметры разработанного метода нестационарного заводнения для объекта с учетом его конкретной геологии и текущего промыслово-эксплуатационного состояния месторождения Удмуртии. Технологический цикл нестационарного заводнения состоит из трех этапов - 8 дн./ 4 дн./ 4 дн.

Введение

В процессе разработки нефтяного месторождения заводнение до сих пор остается наиболее распространенным методом длительного и масштабного воздействия на залежь. Между тем известно, что при разработке месторождений с нагнетанием воды в продуктивные пласты, около половины геологических запасов остаются неизвлеченными. В настоящее время особенно актуальна проблема повышения нефтеотдачи пластов (ПНП) неоднородных залежей за счет вовлечения в разработку низкопроницаемых пластов.

Основной причиной снижения технологической эффективности применяемых методов увеличения нефтеотдачи является увеличение степени выработки высокопроницаемых пластов либо большой удельный вес трудноизвлекаемых запасов (более 60%). Большая часть трудноизвлекаемых запасов приурочена к низкопроницаемым, неоднородным и частично заводненным продуктивным пластам. В связи с этим, необходимо применение новых методов воздействия на пласт и регулирования разработки, из числа перспективных идей данного направления заслуживает внимания концепция «системного воздействия» на пласты с трудноизвлекаемыми запасами.

На коллекторах Татарии, Удмуртии, идея нашла широкое практическое применение в части подбора индивидуальных технологий к конкретным условиям при

^с Кириллов И.В., Борхович С. Ю., Цепелев В.П., 2011 г.

осуществлении работ ПНП на нагнетательном фонде скважин [5]. В отдельных случаях эти работы сочетались с циклическим заводнением, форсированием отборов или остановками предельно обводненных добывающих скважин.

На всех этапах разработки месторождений, особенно на завершающей стадии разработки, остро стоит вопрос в объемах добычи жидкости. На поздней стадии разработки объекты характеризуются высокими показателями обводнённости и, соответственно, достаточно высоким уровнем эксплуатационных затрат на подъем жидкости.

Известно множество путей по снижению обводнённости скважинной продукции: ремонтно-изоляционные работы (РИР), выравнивание профиля притока (ВПП), остановка высокообводненного фонда.

В поволжском регионе (Татария, Удмуртия, Башкирия) залежи нефти имеют сложное геологическое строение, характерна многопластовость (от 2 до 15 продуктивных пластов), зональная и послойная неоднородность, малая толщина продуктивных пластов (от 0,5 до 3 м). Разработка месторождений осложнена добычей нефти повышенной и высокой вязкости (от 10 до 300 мПа*с). Таким образом, наряду с действующими стационарными системами разработки месторождений на протяжении 40-ка лет для поволжского региона остро стоит вопрос в создании эффективных способов разработки трудноизвлекаемых запасов высоковязкой нефти. Поэтому в работе рассматривается и предлагается более широкое применения нестационарного заводнения НЗ [6].

Краткая теория нестационарного заводнения

Нестационарное заводнение – это периодическое изменение режимов работы нагнетательных или добывающих скважин.

Цель НЗ:

- повышение коэффициента охвата в послойно – неоднородных коллекторах,
- изменить преобладание вязкостных сил в потоке на капиллярные и гравитационные,
- снижение эксплуатационных затрат НГДУ (уменьшение объемов попутно-добываемой воды, сокращение объемов неэффективной закачки)

Применяется [4]:

- при неравномерной выработке запасов,
- существенной проницаемостной анизотропии,
- при наличии гидродинамической связанности пластов,
- при вязкости нефти более 10 мПа*с.

Очевидным преимуществом НЗ является его "бесплатность", отсутствие капитальных вложений в реализацию мероприятий. Однако, как показывает практика, длительное применение одной и той же технологии НЗ приводит к снижению ее эффективности.

Совершенствование метода нестационарного заводнения

Преждевременное обводнение значительной части скважин (несвязанное с выработкой пласта) происходит по причинам[2]:

- кинжального прорыва вод по высокопроницаемым пропласткам;
- нарушение герметичности заколонного пространства;
- подтягивание конуса подошвенной воды (разработка залежи нефти, приуроченной к водонефтяным зонам и т.д).

Для снижения преждевременного обводнения скважин по причине прорыва воды по высокопроницаемому пропластку предлагается внедрение нестационарного

заводнения. Во время нагнетания закачиваемая вода внедряется в высокопроницаемый пласт ("суперколлектор"), и через определенное время достигает забоя добывающей скважины. Прорвавшаяся вода от закачки резко увеличивает обводненность скважинной продукции. И при дальнейшем заводнении объекта ведется «холостая закачка» (рис.1) [7].

Первый этап заключается в определении времени фронта воды по группе скважин индивидуально. Группой может быть 7 точечный элемент разработки объекта (рис. 4).

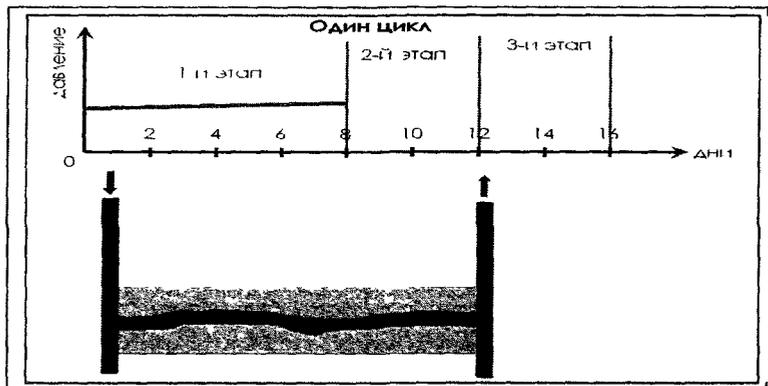


Рис.1. Прорыв воды к забою добывающей скважины

На втором этапе предлагается останавливать высокодебитные, обводненные скважины, сильно реагирующие на закачку. На поздней стадии разработки для выявления причин обводнения и установления места поступления в скважину воды проводится комплекс гидродинамических и геофизических исследований:

- анализ технологических показателей эксплуатации добывающих скважин по истории разработки;
- проведение трассерных исследований (закачка "меченной" жидкости);
- моделирование линий тока в гидродинамическом симуляторе;
- построение уточненных карт изобар, позволяющие прогнозировать участки обводнения скважин в неоднородных коллекторах.[8];
- геолого-промысловый анализ динамических уровней в добывающих скважинах при изменении режима работы нагнетательной скважины;

Результаты трассерных исследований на карбонатных объектах разработки месторождений Удмуртии показали, что основной причиной высокой степени обводненности является образование высокопроводящих каналов фильтрации между нагнетательными и добывающими скважинами [11].

Применение нестационарного заводнения позволяет уменьшить холостую закачку и дальнейшее заводнение будет способствовать внедрению воды в низкопроницаемые пласты неоднородного объекта (см. рис. 2).

Время прорыва воды рассчитывалось на секторной гидродинамической модели [9]. Расчеты гидродинамических расчетов секторной модели показывают, что по истечению 8-12 дней начинает резко увеличиваться обводненность скважинной продукции (при существующей сетке скважин 173x173 м).

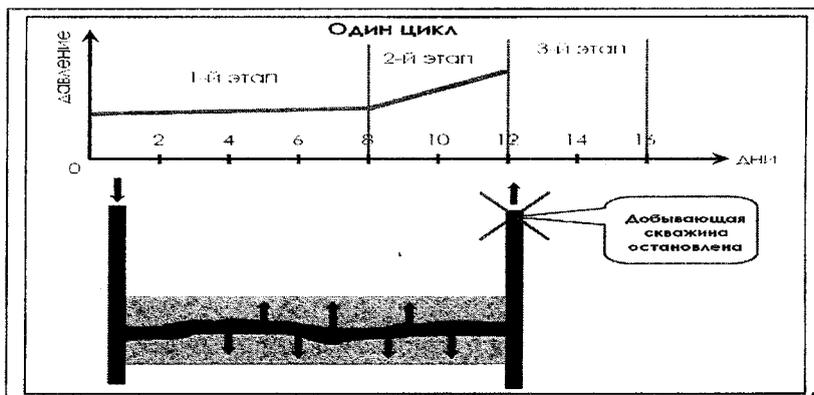


Рис. 2. Остановка высокообводнившейся скважины

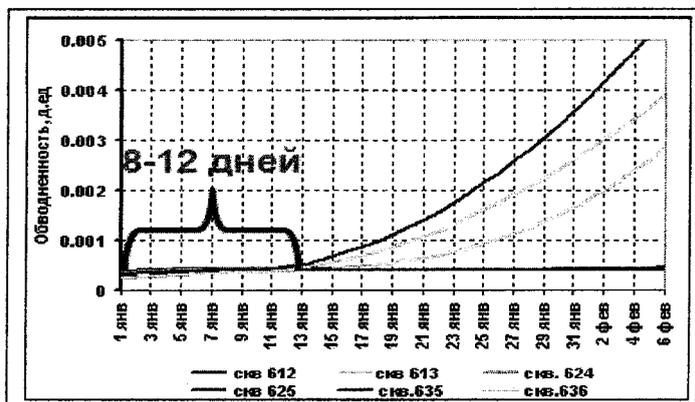


Рис. 3 График обводнённости скважинной продукции по результатам расчетов секторной гидродинамической модели.

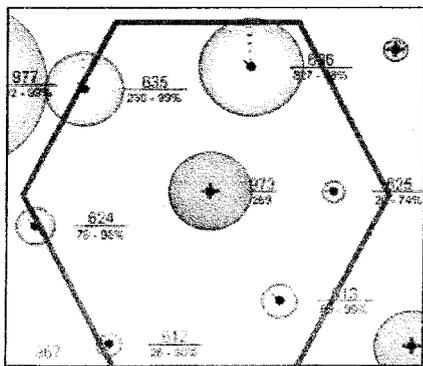


Рис.4а

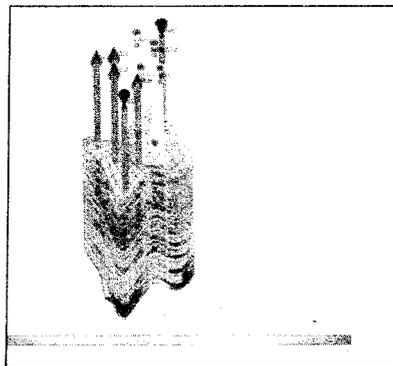


Рис.4б

Рис. 4-точечный элемент разработки в районе скв. 973.

- а) - на карте накопленных отборов по состоянию на 1.01.2011.
- б) - распределение нефтенасыщенности по состоянию на 1.01.2011.

Время остановки высокообводнившейся скважины (стабилизации) может быть оценено по формуле [6]:

$$t_y = \frac{R_k^2}{4\chi} \text{ сут.}$$

где t_y - время стабилизации динамического уровня в скважине, сут
 R_k - радиус контура питания или половина расстояния до соседних скважин, м;
 χ - пьезопроводность пласта, м²/с;

$$t_y = \frac{80^2}{4 \times 0.004} = 4.5 \text{ сут.}$$

Параметры объекта месторождения Удмуртии:

Параметр:	Обоз- ние:	Значение:	Си:
- половина расстояния между скважинами	R_k	80 м	80 м
- пьезопроводность пласта	χ	40 см ² /с	4*10 ⁻³ м ² /с
- проницаемость пласта	k	150 мД	150*10 ⁻¹⁵ м ²
- динамическая вязкость пластового флюида, Па*с	μ	146 сПз	146*10 ⁻³ Па*с
- упругость пласта, Па ⁻¹	β^*	2,5*10 ⁻⁴ МПа ⁻¹	2,5*10 ⁻¹⁰ Па ⁻¹

Коэффициент пьезопроводности пласта может быть определен методом гидропрослушивания или оценен, в свою очередь, по формуле [1]:

$$\chi = \frac{k}{\mu\beta} = 0.004 \text{ м}^2/\text{с}$$

За время простоя добывающей скважины происходит перераспределение фильтрационных потоков и стабилизация давления. После стабилизации добывающая скважина запускается в работу. При этом закачка не прекращается в течение всего цикла. Это способствует сохранению закачки на базовом уровне и, соответственно, сохранению компенсации в элементе (см. рис. 5).

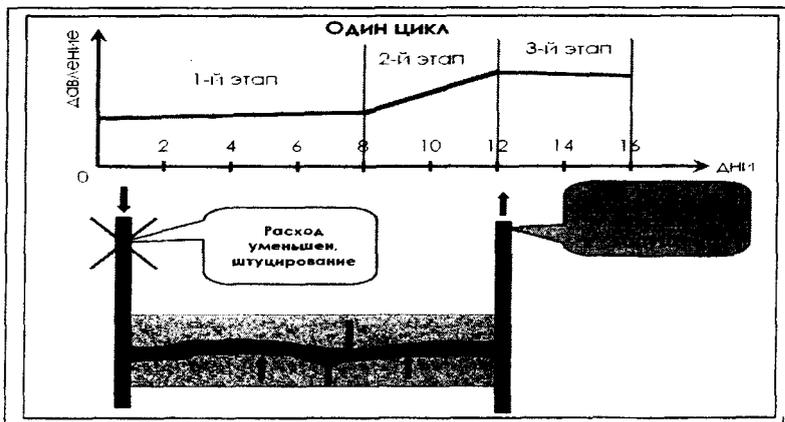


Рис. 5. Добыча нефти из низкопроницаемых пластов

При реализации данного метода в продуктивных отложениях возникают следующие процессы:

- проявляются упругие силы (способствующие дополнительному вытеснению (нефти);
- между различными зонами, каналами и потоками жидкостей возникают градиенты давления, способствующие интенсификации перетоков жидкостей из одних слоев в другие, из трещин в блоки и т.д.;
- изменяются направления фильтрационных потоков;
- вызывается капиллярное замещение нефти водой в малопроницаемых зонах.
- уменьшение скорости фильтрации вытесняющей воды над скоростью фильтрации вытесняемой нефти способствует устойчивости фронта вытеснения, что минимизирует возникновение языков прорыва воды («вязких пальцев») [3].

Для реализации технологии определены критерии выбора добывающих скважин:

- наличие остаточных запасов свыше 15 тыс. т /7 точечный элемент;
- обводненность продукции свыше 95% ;
- рентабельный дебит (минимизации потерь по добычи нефти во время простоя) – до 1,5 т/сут.

Предлагаемая технология включает в себя периодическую закачку воды через нагнетательные скважины и периодическую эксплуатацию части добывающих (высокообводненных) скважин с остановкой их на периоды времени, определенные расчетами выше для конкретной геологии месторождения.

Технологический цикл технологии состоит из трех этапов (рис.6):

1 этап (8 дней) – в 7-точечном элементе работают все добывающие и нагнетательная скважины;

2 этап (4 дня) – останавливаются реагирующие высокообводненные добывающие скважины, закачка продолжается в том же объеме;

3 этап (4 дня) – запускается остановленная добывающая скважина, ограничивается закачка в зонах высокой накопленной компенсации.

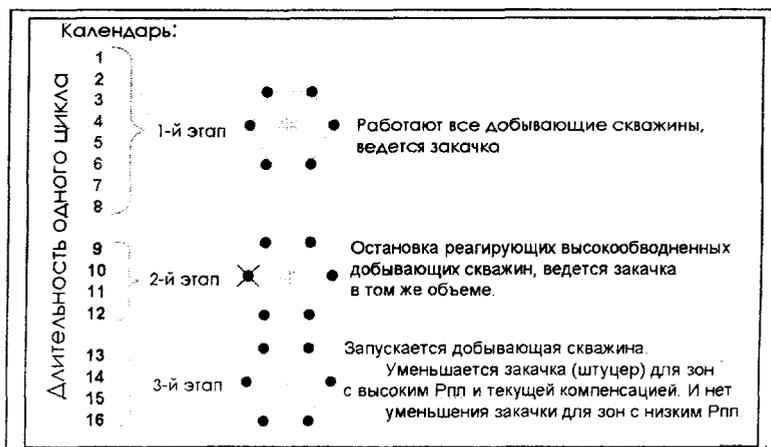


Рис. 6. Технологический цикл технологии НЗ

Произведена оценка эффекта от внедрения данной технологии нестационарного заводнения на месторождении Удмуртии по характеристикам вытеснения по окружающим добывающим скважинам.

В нестационарном заводнении принимали участие 58 скважин, суммарная дополнительная добыча нефти за год составила 9,2 тыс. т нефти.

Заключение

Преждевременное обводнение скважин существенно снижает конечную нефтеотдачу, отрицательно влияет на рациональное использование пластовой энергии, вызывает большие производственные затраты на добычу, транспорт попутной воды, вызывает коррозию промышленного оборудования и солеотложения. Внедрение нестационарного заводнения способствует наиболее полной выработке продуктивных пластов и сокращению количества воды, попутно извлекаемой с нефтью.

Данная технология разработки нефтяной залежи является комплексной технологией воздействия на пласты, направленной на вовлечение в активную разработку слабо дренируемых запасов нефти в низкопроницаемых коллекторах и в застойных зонах пласта между скважинами на основе перевода скважин в нестационарный режим работы с параметрами эксплуатации, определяемыми индивидуально по группам скважин. Технологический цикл нестационарного заводнения состоит из трех этапов – 8 дн./ 4 дн./ 4 дн.

Литература

1. Басниев К.С., Кочина И.Н., Максимов В.М. Подземная гидромеханика. Учебник для ВУЗов. М: Недра, 1993.-416 с.
2. Булгаков Р.Г., Газизов А.Ш., Габдуллин Р.Г., Юсупов И.Т. Ограничение притока пластовых вод в нефтяные скважины. – М.: Недра, 1976.- 242 с.
3. Джафаров И.С., Савельев А.В., Стрижнев К.В., Зацепин В.В. Качественная оценка охвата по латерали на основе анализа результатов фильтрационных исследований при вытеснении нефти газом и водой. - Нефтяное хозяйство 11, 2010. – 82 с.
4. Ибрагимов Н.Г., Хисамутдинов Н.И. и др. Современное состояние технологий нестационарного (циклического) заводнения продуктивных пластов и задачи их совершенствования. – М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2000. – 112 с.
5. Кудинов В.И. Основы нефтегазового дела. - Москва-Ижевск: Институт компьютерных исследований; Удмуртский госуниверситет, 2005.-720 с.
6. Кудинов В.И., Сучков Б.М.. Новые технологии повышения добычи нефти.- Самара, 1998.- 368 с.
7. Лысенко В.Д. Грайфер В.И. Разработка малопродуктивных нефтяных месторождений. М: Недра, 2001- 562 с.
8. Николаев А.Ю. Исследования и разработка технологий ограничения водопритокков в добывающих скважинах, вызванных прямым сообщением с нагнетательными скважинами : автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 25.00.17 / Тюмень, 2005. – 25 с.
9. Справочное руководство по ECLIPSE 2005A1 (c) Schlumberger.
10. Шарбатова И.Н., Сургучев М.Л. Циклическое воздействие на неоднородные нефтяные пласты. - М.: Недра, 1988. –121 с.
11. Стрнов Ю.К. Состояние геолого-геофизической изученности, уточнение геологического строения и обоснование разведочного бурения на Красногорском, Гремихинском и Ижевском м-ях объединения `Удмуртнефть, отчет Бугульма,1982