

И.В. Владимиров

Доктор технических наук, профессор;

ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа,

М.С.Марваров

Студент гр. МГГ61 22-01

2 курс магистратуры, «Горно-нефтяной» факультет,

ФГБОУ ВО УГНТУ, г. Уфа,

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВЫБОРА УЧАСТКА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОГО ЦИКЛИЧЕСКОГО ЗАВОДНЕНИЯ

Аннотация. Цель данной статьи заключается в исследовании и анализе методов повышения эффективности работы добывающих скважин через применение нестационарной системы закачки воды в нагнетательные скважины. Со временем производительность нефтяных и газовых скважин падает из-за различных факторов, таких как снижение пластового давления и проникновение воды через высокопроницаемые участки пласта в забои добывающих скважин. Поскольку при обводненности более 98% используется либо метод увеличения нефтеотдачи (МУН), который не всегда экономически целесообразен, либо консервация скважины, важно разработать эффективные методы для снижения обводненности добывающих скважин, что позволит продлить срок их эксплуатации.

Ключевые слова: нестационарное заводнение, ППД, обводненность.

Abstract. The purpose of this article is to study and analyze methods for increasing the efficiency of production wells through the use of a non-stationary system for pumping water into injection wells. Over time, the productivity of oil and gas wells decreases due to various factors, such as a decrease in reservoir pressure and water penetration through highly permeable areas of the formation into the

bottoms of production wells. Since when the water cut is more than 98%, either the enhanced oil recovery (EOR) method is used, which is not always economically feasible, or well conservation, it is important to develop effective methods for reducing the water cut of production wells, which will extend their service life.

Keywords: *non-stationary flooding, pressure maintenance, water cut.*

Introduction (Введение)

При благоприятных геолого-физических условиях месторождений заводнение нефтяных залежей может обеспечивать нефтеотдачу пластов до 60-65 % и более. Однако полнота охвата пластов заводнением и конечная нефтеотдача их резко снижаются при усилении степени геологической неоднородности разрабатываемых объектов. И Дополнительный охват заводнением невовлеченных в разработку нефтенасыщенных зон и участков может способствовать увеличению нефтеотдачи пластов при обычном заводнении, продлению безводного периода добычи нефти, уменьшению относительных объемов добываемой воды и т.д.

Одними из эффективных способов достижения указанной цели могут служить предложенное в 50-е годы циклическое, иногда называемое импульсным, нестационарное заводнение послойно неоднородных продуктивных пластов и, как сопутствующий ему, способ изменения направления, кинематики потоков жидкости в систему скважин, но простиранию неоднородных пластов, широко применяемые на практике.

Materials and methods (Материалы и методы)

В работе [1] был проведен анализ перевода нагнетательных скважин под нестационарный режим закачки вытесняющего агента (воды). На основании результатов гидродинамического моделирования в данной работе доказана эффективность технологии нестационарного воздействия для неоднородных залежей, находящихся на поздней стадии разработки. Использование данной технологии позволило достигнуть наибольшее значение накопленной добычи

нефти 211,6 тыс. т, в сравнении со стационарным заводнением 191,8 тыс. т; получить наименьшее значение накопленного ВНФ 3,8 м³ /т, в сравнении со стационарным заводнением 6,5 м³ /т и использовать наименьший объем закачки воды 1123,8 тыс. м³, при стационарном 1535 тыс. м³ .

Results (Результаты)

Разделим карту месторождения на участки, в которых нагнетательные скважины гидродинамически связаны с добывающими. В данном случае получилось 7 участков.

Для выбранных на объекте участков строилась четырехслойная геологостатистическая модель, для каждого слоя в которой определяются следующие параметры: проницаемость (абсолютная), эффективная толщина, пористость и начальная нефтенасыщенность.

Для каждого слоя рассчитываются такие параметры, как проницаемость k (мД), эффективная толщина h (м). Результаты расчета геологостатистической модели участков приведены в таблице 1.

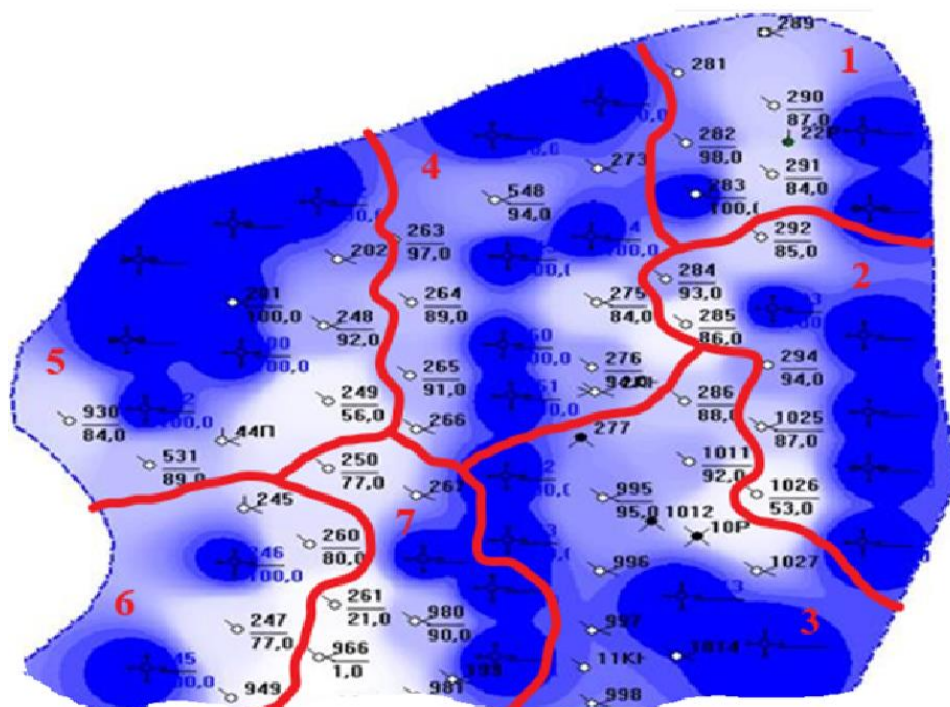


Рисунок 1 – Карта участков возможного проведения циклического заводнения

Таблица 1

Результаты расчета геолого-статистической модели участков

Участок	1		2		3		4		5		6		7	
	k, мД	h, м	k, мД	h, м	k, мД	h, м	k, мД	h, м	k, мД	h, м	k, мД	h, м	k, мД	h, м
Верхний изолированный	231	1,5	223	1,1	242	1,4	198	1,6	205	1,1	209	1,6	212	1,5
Высокопроницаемый связный	190	2,9	182	3	201	2,8	157	2,8	167	2,5	168	2,7	171	2,2
Низкопроницаемый связный	77	1,6	69	1,8	88	1,8	44	1,7	51	1,5	55	1,3	58	2,5
Нижний изолированный	40	2,2	32	2,3	51	2,4	23	2	30	2,3	31	2,2	32	1,9

Произведем расчеты необходимых параметров и найдем F_{co} для каждого участка.

Для участка №1:

$$F_{io} = \frac{190 * 2,9 + 77 * 1,6}{231 * 1,5 + 190 * 2,9 + 77 * 1,6 + 40 * 2,2} = 0,608$$

$$F_{dk} = \frac{|190 - 77|}{190 + 77} = 0,423$$

$$F_{ho} = \frac{2,9 + 1,6}{1,5 + 2,9 + 1,6 + 2,2} = 0,549$$

$$F_{co} = \left(\frac{1}{3}\right) * 0,608 + \left(\frac{1}{3}\right) * 0,423 + \left(\frac{1}{3}\right) * 0,549 = 0,527$$

Аналогично проведем расчеты для остальных участков. Данные расчетов представлены в таблице 2.

Результаты расчетов значений F_{co}

Участок	1	2	3	4	5	6	7
F_{co}	0,527	0,571	0,516	0,568	0,566	0,529	0,551

Наибольшее значение F_{co} имеет участок №2, таким образом выберем его для проведения циклического заводнения и проведем анализ данных скважин на наличие непреднамеренного циклического заводнения и сделаем предположения о возможном успехе проведения данного метода увеличения нефтеотдачи пластов.

Рассмотрим данные по дебитам и обводненности скважин выбранного участка. Приведем данные за 2017 год и проанализируем их на возможное непреднамеренное циклическое заводнение. Стоит отметить, что на данном участке не проводилось циклическое заводнение в 2017 году. Нагнетательные скважины под номерами 1021, 1022, 1023, 1024 находятся в простое из-за необходимости ремонтно-изоляционных работ.

Таблица 3

Данные скважин по дебитам и приемистости участка №2 за 2017 год

Скважина	285	1026	294	293 (НАГН)	1025	284	292
Месяц	т/сут	т/сут	т/сут	м3/сут	т/сут	т/сут	т/сут
12	4,11	1,54	5,52	170	1,39	5,38	4,38
11	4,2	1,67	5,95	200	1,39	5,41	4,4
10	4,76	1,55	5,98	190	1,2	5,55	4,41
9	5,16	1,85	6,01	190	1,38	6,01	5,07
8	5,81	2,19	6,62	198	1,57	7,98	5,2
7	4,81	0	4,21	205	1,38	5,05	4,43
6	5,14	0	5,65	585,62	1,54	5,2	3,93
5	5,02	0	5,95	221	1,57	6,76	4,35
4	3,57	0	5,79	223	1,59	6,66	4,81
3	2,7	0	5,79	222	1,59	6,76	4,85

2	3,82	0	5,88	223	1,66	7,13	4,95
1	4,39	0	5,55	222	1,9	7,29	6

Таблица 4

Данные скважин по обводненности участка №2 за 2017 год

Скважина	285	1026	294	1025	284	292
Месяц	Обводненность					
12	86%	95%	93%	94%	86%	85%
11	83%	95%	92%	94%	87%	85%
10	80%	96%	89%	95%	89%	84%
9	76%	94%	86%	93%	86%	79%
8	77%	94%	85%	93%	84%	79%
7	80%	0%	95%	94%	95%	82%
6	81%	0%	86%	94%	83%	83%
5	81%	0%	86%	94%	81%	82%
4	82%	0%	87%	94%	82%	83%
3	84%	0%	86%	94%	83%	85%
2	82%	0%	86%	94%	81%	84%
1	80%	0%	85%	94%	79%	80%

Построим графические зависимости дебитов нефти и обводненности от времени.

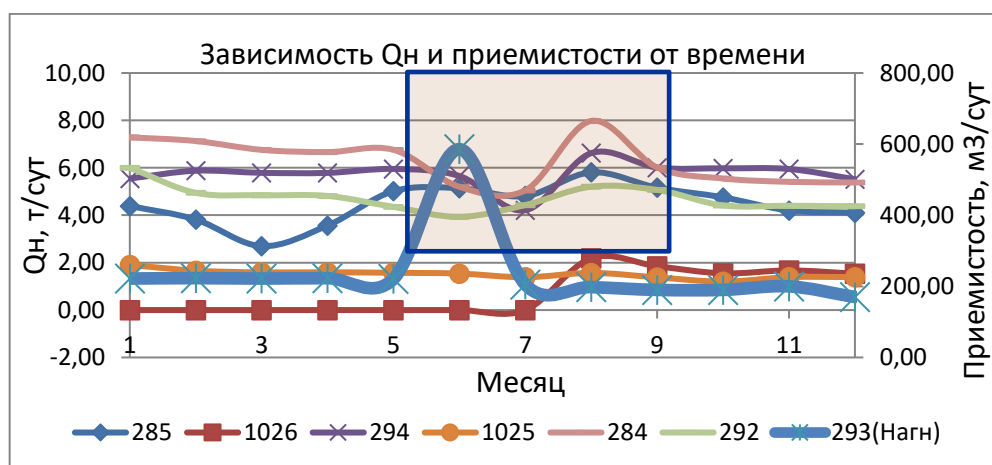


Рисунок 2 – Зависимость Q_n и приемистости от времени

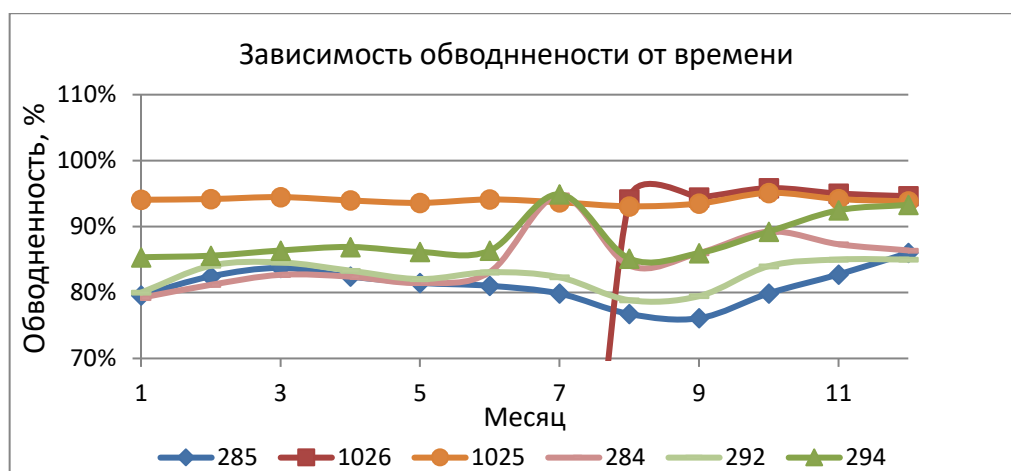


Рисунок 3 – Зависимость обводненности от времени

На представленной графической зависимости дебитов нефти и приемистости от времени (рисунок 2) имеется выделенная область, на которой видно, что за 3 месяца (с июня 2017 года - по август 2017 года) была увеличена приемистость нагнетательной скважины №293 (составила 585,62 м³/сут), в результате чего в июле 2017 года дебиты нефти упали суммарно на 3,77 т/сут по сравнению с маем 2017 года. Но также в июле 2017 года приемистость нагнетательной скважины №293 снизили до 205 м³/сут, из-за чего в августе 2017 года суммарный прирост составил 5,72 т/сут по сравнению с маем 2017 года.

Таким образом технологическая эффективность от непреднамеренного циклического заводнения в виде дополнительной добычи нефти составила $5,72 - 3,77 = 1,95$ т/сут. А обводненность скважины увеличилась незначительно.

В результате можно утверждать, что данный участок месторождения подходит для проведения циклического заводнения.

Conclusion (Выводы)

На большинстве месторождений после практически полной выработки остаточная нефть находится в капиллярно-защемленном виде или в виде

отдельных целиков нефти. Для повышения полноты ее извлечения широко используется метод циклического воздействия, который доказал свою эффективность. В отличие от большинства МУН технология циклического воздействия не требует дополнительных затрат на обустройство месторождения и закупку дополнительного оборудования, что не увеличивает себестоимость добычи нефти.

На примере Игровское месторождения был произведен выбор участка месторождения, а затем его анализ на непреднамеренное циклическое заводнение. В результате чего просто увеличив, а затем уменьшив объемы закачки произошло суммарное увеличение дебитов нефти на 1,95 т/сут. Таким образом выбранный можно утверждать, что выбранный участок подходит для проведения циклического заводнения.

Confirmations (Подтверждения)

Предложенные в данной работе результаты исследований были проведены для условий Игровского месторождения. Авторами статьи планируется продолжить исследования в выбранном направлении для получения новых практических результатов использования технологии по определению участка для проведения циклического заводнения.

Список использованных источников

1. Медведев Кирилл Юрьевич, Повышение эффективности разработки неоднородных высокообводненных карбонатных залежей путем совершенствования технологии нестационарного заводнения – эффективная технология добычи нефти // Москва: «Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина», 2018. С. 118.

2. Грачев С.И., Коротенко В.А., Ягафаров А.К., Проблемы нестационарного заводнения с применением ПАВ, Бурение и нефть, 2011г., с.40-41.

3. Рустамов И.Ф., Хальзов А.А., Лепихин В.А., Фатхслимов М.А., Оценка эффективности циклического заводнения в разнородных коллекторах Росташинского месторождения, Нефтепромысловое дело, 2013г., с.6-69.