ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УВЕЛИЧЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СУРГУТСКОГО РАЙОНА

Лушанков С.С.

ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет», Тюмень, Россия (625000, Тюмень, ул. Володарского, 38), e-mail: lushas@mail.ru

На месторождении с целью повышения нефтеотдачи пластов на нагнетательном фонде проведено 69 обработок потокоотклоняющими технологиями, суммарная дополнительная добыча нефти за 5 лет составила 62,559 тыс. т, средняя удельная эффективность – 907 т/скв.-опер. На объекте БС10-2 месторождения для повышения нефтеотдачи и снижения обводненности продукции рекомендуется продолжить применение потокоотклоняющих технологий, осадкообразующей технологии ГОС-1АС и гелеобразующей технологии ГОС. Обработки проводить с периодичностью один-два раза в год, в зависимости от продолжительности эффекта. На объекте ЮС1-1 обработки не проводились вследствие малого количества нагнетательных скважин и отсутствия скважин-кандидатов. Применение на месторождении потокоотклоняющих технологий позволило сократить непроизводительную закачку и замедлить темп роста обводненности продукции скважин, что в целом, положительно сказалось на показателях разработки. В проектный период также рекомендуется продолжить применение мероприятий по физико-химическому воздействию, направленных на перераспределение фильтрационных потоков. С целью расширения списка применяемых технологий для различных геолого-физических условий, расширения списка скважин-кандидатов, подходящих под критерии применимости, а также выявления наиболее эффективных технологий для повышения нефтеотдачи пластов необходимо апробировать новые составы и технологии.

Ключевые слова: методы увеличения нефтеотдачи, добыча нефти, гелеобразующий состав, обводненность, потокоотклоняющие технологии

EFFICIENCY OF PHYSICOCHEMICAL METHODS APPLICATION OF INCREASING OIL RECOVERY IN THE DEVELOPMENT OF DEPOSITS IN THE SURGUT REGION

Lushankov S.S.

Federal Budget Educational Institution of Higher Education "Industrial University of Tyumen", Tyumen, Russia (625000 Russia, Tyumen, street Volodarskogo, 38), e-mail: lushas@mail.ru

In order to increase oil recovery in the field, 69 treatments were carried out with flow-diverting technologies, the total additional oil production for 5 years was 62.559 thousand tons, the average specific efficiency was 907 tons / well. At the site BS10-2 fields to increase oil recovery and reduce water cut production is recommended to continue the use of flow deflection technologies, sessile-forming technology GOS-1AS and gel-forming technology GOS. Treatments should be carried out at intervals of one to two times a year, depending on the duration of the effect. At the YS1-1 facility, no treatment was performed due to the small number of injection wells and the absence of candidate wells. The use of flow-diverting technologies at the field has made it possible to reduce unproductive injection and slow down the growth rate of water cut in well production, which, on the whole, positively affected the development indices. In the project period, it is also recommended to continue the application of measures for physico-chemical effects aimed at the redistribution of filtration flows. In order to expand the list of applied technologies for different geological and physical conditions, expand the list of candidate wells that fit the criteria of applicability, and identify the most effective technologies for enhanced oil recovery, new compounds and technologies must be tested.

Keywords: methods of increasing oil recovery, oil production, gel-forming composition, water cut, flow diverting technologies

На поздних стадиях разработки месторождений из-за промывки пор высокопроницаемые участки становятся основными путями движения нагнетаемой воды к добывающим скважинам. Поэтому основная цель применения физико-химических методов увеличения нефтеотдачи в текущий момент — это стабилизация или снижение темпов роста обводненности добываемой продукции [1-5].

Объектами применения для потокоотклоняющих технологий, прежде всего, являются послойно-неоднородные коллекторы, разрабатываемые как единый объект и в которых коэффициенты проницаемости отдельных прослоев различаются в несколько раз.

Объектами применения могут быть также коллекторы, представленные одним достаточно развитым пластом большой толщины, проницаемость которого существенно изменяется по толщине.

Нецелесообразно применение потокоотклоняющих технологий, в случаях, если пласт выклинивается или замещается непроницаемыми породами, не достигая ближайших добывающих скважин и не имеет литологических окон на границе с высокопроницаемым пластом, а также при высокой водонасыщенности пород малопродуктивного пласта.

Высокие показатели разработки нефтяных месторождений и конечный коэффициент извлечения нефти (КИН) можно получить только при эффективном регулировании процесса фильтрации. Регулирование с помощью ФХМУН обеспечивается перераспределением фильтрационных потоков внутри пласта. Такое воздействие приводит к вовлечению в процесс вытеснения «застойных» зон, не охваченных процессом фильтрации.

К положительным результатам проведения мероприятий по ФХМУН относятся также существенное сокращение объема закачиваемой и попутно-добываемой воды, как отмечалось выше, вовлечение в разработку ранее недренируемых запасов нефти.

Исходя из вышеизложенного, в целях регулирования процесса фильтрации и вовлечения ранее недренируемых зон пласта, в дальнейшем необходимо проводить мероприятия на скважинах нагнетательного фонда физико-химическими методами увеличения нефтеотдачи для повышения уровня добычи нефти и, соответственно, конечного коэффициента извлечения нефти.

На месторождении с целью повышения нефтеотдачи пластов на нагнетательном фонде за 2011-2015 гг. проведено 69 обработок потокоотклоняющими технологиями, суммарная дополнительная добыча нефти за 5 лет составила 62,559 тыс. т, средняя удельная эффективность — 907 т/скв.-опер. Эффективность технологий проведенных в 2011-2014 гг. приведена с учетом переходящего эффекта.

Проектные и фактические показатели применения ФХМУН на месторождении с 2011 по 2015 год представлены ниже (таблица 1, рисунки 1, 2).

Таблица 1 - Проектные и фактические показатели применения ФХМУН

	Годы												
Показатели	2011		2012		2013		2014		2015				
	проект	факт											
Количество скважино-операций, шт.	6	19	7	3	7	16	15	15	15	16			
Доп. добыча нефти, тыс. т	3,3	17,7	3,5	3,6	3,15	20,6	9	10,4	9	10,3			

За весь рассматриваемый период фактические показатели по дополнительной добыче нефти превышают проектные, что обусловлено превышением фактического количества обработок над проектным. Это в первую очередь было связано с необходимостью сдерживания темпов роста обводненности на месторождении. В 2012 году было проведено на четыре обработки меньше, чем по проекту, так как большое количество обработок было проведено в конце 2011 года, после которых в течение 2012 года продолжался переходящий эффект и проводить повторные обработки было нецелесообразно. В целом за рассматриваемый период проектные показатели перевыполнены, проект – 50 скв.-опер., факт – 69 скв.-опер., план по дополнительной добычи нефти – 28 тыс. т, факт – 62,559 тыс. т.

Оперативное внедрение на данных участках потокоотклоняющих технологий позволило значительно сократить потери нефти за счет обводнения и увеличить дополнительную добычу нефти.

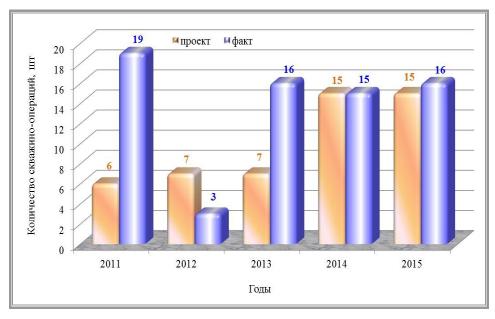


Рисунок 1 - Динамика проведения ФХМУН

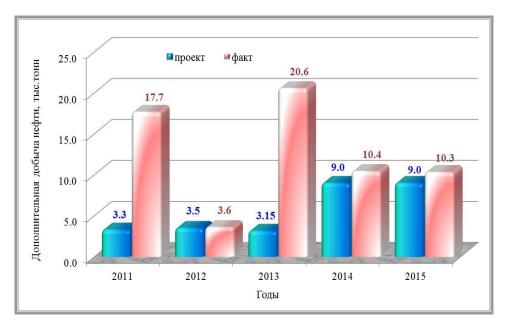


Рисунок 2 - Динамика дополнительной добычи нефти от проведения ФХМУН

Распределение количества обработок по годам представляет рисунок 3. Наиболее широко используемой на объекте БС10₂ месторождения за период с 2011 по 2015 год является технология ГОС-1АС, остальные технологии не получили широкого применения в связи с ограниченным числом скважин-кандидатов, подходящих под критерии применимости.

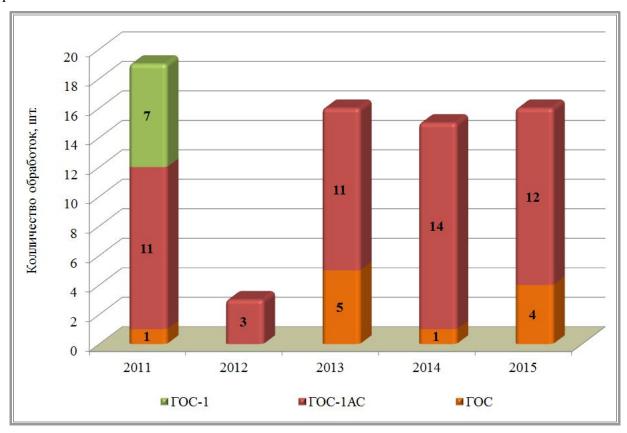


Рисунок 3 - Распределение количества обработок и технологий по годам

Распределение общего и удельного технологического эффекта от операций ФХВ по годам представлено ниже (рисунок 4, таблица 2).

Более качественный подход к выбору участков с опережающими темпами обводнения и оперативное внедрение на данных участках адаптированных потокоотклоняющих технологий позволили значительно увеличить удельную эффективность в 2012 и 2013 годах. Как видно из рисунка и таблицы, существует тенденция к уменьшению удельной эффективности обработок. Это объясняется ежегодным увеличением выработки извлекаемых запасов нефти. Однако, адаптация применяемых технологий ХМУН к условиям месторождения позволила снизить темп падения удельной эффективности обработок.



Рисунок 4 - Динамика изменения количества обработок, дополнительной добычи нефти и удельной эффективности ФХМУН за период 2011-2015 гг.

Таблица 2 - Результаты методов ФХВ по технологиям на месторождении за период 2011-2015 гг.

	Количество обработок, ед.					Дополнительная добыча нефти, тыс. т*					Удельный эффект, т **				
Технология	2011	2012	2013	2014	2015	2011	2012	2013	2014	2015***	2011	2012	2013	2014	2015
	$\mathit{Mecmopo}$ ждение, объект $\mathit{EC10}_2$														
ГОС	1	-	5	1	4	0,61	-	6,20	0,44	2,71	607	-	1240	442	677
ГОС-1	7	-	-	-	-	5,13	-	-	-	-	732	-	-	-	-
ГОС-1АС	11	3	11	14	12	11,93	3,59	14,36	9,99	7,60	1085	1197	1305	714	634
Итого по место рождению	19	3	16	15	16	17,67	3,59	20,56	10,43	10,31	930	1197	1285	696	644

^{*} Дополнительная добыча нефти с учетом переходящих эффектов

^{**} Удельная эффективность с учетом переходящих эффектов

^{***} Дополнительная добыча нефти от обработок 2015 года

На объекте БС10₂ за период 2011-2015 гг. выполнено 69 обработок, дополнительная добыча нефти составила 62,559 тыс. т, средняя удельная эффективность – 907 т/скв.-опер.

Распределение технологий по количеству проведенных операций и накопленной удельной эффективности от мероприятий по увеличению нефтеотдачи пласта за период 2011-2015 гг. представлены ниже (рисунки 5, 6).

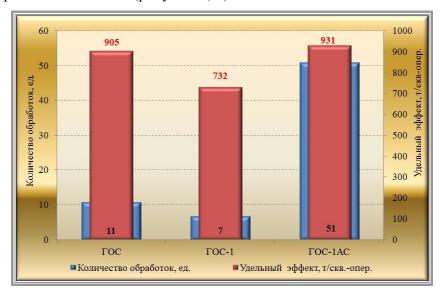


Рисунок 5 - Распределение технологий по количеству проведенных операций и накопленной удельной эффективности за 2011-2015 гг.

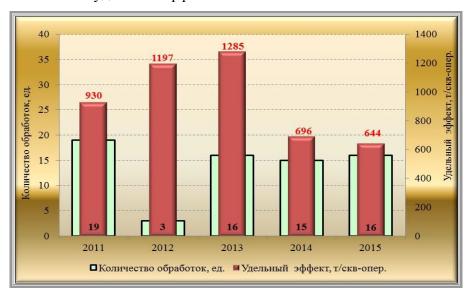


Рисунок 6 - Динамика применения методов ПНП по годам по объекту БС102

Рекомендации: на объекте БС102 месторождения для повышения нефтеотдачи и снижения обводненности продукции рекомендуется продолжить применение потокоотклоняющих технологий, осадкообразующей технологии ГОС-1АС и гелеобразующей технологии ГОС. Обработки проводить с периодичностью один-два раза в год, в зависимости от продолжительности эффекта.

На объекте $\mathrm{IOC_{1}^{1}}$ обработки не проводились вследствие малого количества нагнетательных скважин и отсутствия скважин-кандидатов, соответствующих критериям применимости внедряемых технологий ΦXB . Объект Aч на текущий момент не разрабатывается.

Pекомендации: на объекте IOC_1^1 месторождения для повышения нефтеотдачи планируется внедрить методы ΦXB , начиная с 2019 года, на объекте Aч — начиная с 2030 года.

Для обоснования применения методов повышения извлечения нефти была проведена оценка влияния Φ XB на КИН. Текущий КИН по скважинам, входящим в обрабатываемые участки объекта БС10₂, составляет 36 %. На участках от проведенных воздействий, направленных на увеличение нефтеотдачи, было получено за пять лет 62,559 тыс. т дополнительной добычи нефти (эффект продолжается), текущее увеличение КИН за рассматриваемый период от данного воздействия по объекту БС10₂ составило 0,35 % (таблица 3).

Таблица 3 - Оценка влияния внедрения ФХМ на КИН по объекту БС102 за период 2011-2015 гг.

Год	Пласт	Кол-во обработок , ед.	Доп. добыча от ФХМ, тыс.т	Добыча нефти за год, тыс.т	% от общей добытой нефти	Начальные балансовые запасы, тыс.т	Добыча нефти с начала разработки, тыс.т	КИН , д.ед	Увеличение КИН от МУН, %
2011	БС10 ₂	19	17,667	238,681	7,402	17816,000	5843,076	0,328	0.099
2012	БС102	3	3,592	181,245	1,982	17816,000	6024,321	0,338	0.020
2013	БС10 ₂	16	20,556	154,922	13,269	17816,000	6179,243	0,347	0.115
2014	БС102	15	10,433	123,713	8,433	17816,000	6302,956	0,354	0.059
2015	БС10 ₂	16	10,311	105,358	9,787	17816,000	6408,314	0,360	0.058
III	за период 11-2015	69	62.559	803,919	7,782	17816,000	6408,314	0,360	0,351

Влияние на разработку объекта потокоотклоняющими технологиями рассмотрим на примере участка нагнетательной скважины № 155 пласта БС102⁰⁻¹ месторождения, обработанной в марте 2015 года гелеобразующей технологией ГОС. Параметры закачки потокоотклоняющей композиции представляет таблица 4.

Таблица 4 - Параметры закачки потокоотклоняющей композиции на скважине № 155

№ скв.	№ куста	Объем композиции, м ³	Параметры	Цикл 1	Цикл 2	Цикл 3			
	-			концентрация закачиваемого реагента, %					
			V композиции, м ³	600	100	30			
			Скорость закачки, м ³ /час	7,5-5					
155	28	600	Давление факт, атм	134/155					
133	20		ПАА (PetroPAMP), %	0,30	0,4				
			Ац.хрома, %	0,03	0,04				
			Полипав 81-В, %	1	1				

До обработки на участке обводненность была на уровне 63 %, после обработки потокоотклоняющей технологией произошло снижение обводненности до 54,9 %. Дополнительная добыча нефти на 01.01.2016 года по участку составила 1040 т.

Список литературы:

- 1. Лысенко В. Д. Инновационная разработка нефтяных месторождений. М.: Недра, 2000.
- 2. Лысенко В. Д. Проектирование разработки нефтяных месторождений. М.: Недра, 1987.
- 3. Маскет М. Физические основы технологии добычи нефти. М.: Гостоптехиздат, 1953.
- 4. Справочное руководство по проектированию разработки и эксплуатации нефтяных месторождений: Добыча нефти /Под ред. Ш.К. Гиматудинова. М.: Недра, 1983.
 - 5. Щелкачев В.Н. Избранные труды. 1990. T. 1. (ч. 1, 2). -T. 2 M.: Недра