

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГАЗОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ПЛАСТ

Газиз Алмат Жумабергенович

студент, Казахстанско-Британский технический университет, Казахстан, г. Алматы

Аннотация. Статья посвящена вопросу решения важной задачи – обоснование способа повышения эффективности применения газового воздействия для увеличения нефтеотдачи. Применение новых технологий для разработки трудноизвлекаемых углеводородов является актуальным вопросом на месторождении Карачаганак. Автором выполнен анализ состояния изученности проблемы повышения эффективности газового метода воздействия на продуктивный пласт и обозначены границы применения варианта сайклинг-процесса, зависящего от соотношения объёмов, закачанного и отобранного газов, учитывающих особенности месторождения.

Abstract. The aim of this study is a justification of increasing the efficiency of application of gas flooding method to increase oil recovery. The development of hard-to-recover hydrocarbons with application of new technologies is an urgent issue in Karachaganak field. The author has analyzed the state of study of the problem of increasing the efficiency of gas flooding on the productive formation, and identified the limits of application of the cycling process case, depending on the ratio of injected and extracted gas volumes, taking into account the characteristics of the field.

Ключевые слова: газоконденсат, залежь, газонагнетательная скважина, нефтеизвлечение, сайклинг-процесс.

Keywords: gas-condensate, reservoir, gas reinjection well, oil recovery, cycling.

В настоящее время в Казахстане некоторые нефтегазоконденсатные месторождения с высоким содержанием конденсата разрабатываются в режиме истощения пластовой энергии, и ввиду ретроградных явлений в пласте остается от 50 до 80 % потенциальных запасов конденсата, в зависимости от его реологических свойств и начального содержания в газе. Открытие на территории Прикаспийской впадины уникальных по запасам газоконденсатных месторождений с высоким содержанием в газе одновременно ценных высокомолекулярных углеводородных компонентов и неуглеводородных компонентов (сероводорода, углекислого газа), побудило вновь обратиться к проблеме разработки нефтегазоконденсатных месторождений (НГКМ) с поддержанием пластового давления путем обратной закачки части добываемого сырья в пласт [1]. Анализируя НГКМ Карачаганак, выявили, что динамика годовой добычи газа сепарации, нестабильных жидких УВ в целом по месторождению, а также объёмов закачки газа, ГФ по скважинам III объекта и КГФ II объекта показана на Рисунке 1. Запасы подсчитаны по трём объектам, соответствующим принятым во всех проектных документах эксплуатационным объектам: первый-газоконденсатная часть залежи в пермских отложениях, второй - газоконденсатная часть в каменноугольных отложениях и третий - нефтяная часть залежи, в пределах последнего подсчёт проводился отдельно для юго-западного и северо-восточного участков, различающихся свойствами нефти, в частности, её плотностью (Рисунок 2)

Фактические данные по добыче углеводородов, закачке газа на месторождении Карачаганак

приведены в соответствии с данными геолого-промыслового отчёта КПО б.в. за 2017 г. по газу сепарации и нестабильным жидким УВ [2].

Как видно на рисунке 1, с 2003 г. добыча ЖУВ в целом по месторождению с вводом мощностей по подготовке УВ выросла до уровня 11,5-12 млн.т в 2007-2016 гг. (в 2017 г. добыто 12,5 млн.т). Добыча газа сепарации постепенно увеличивалась с 6 млрд.м³ в 2003 г. до 18,9 млрд.м³ в 2017 г., закачка газа в пласт – с 2,0 млрд.м³ в 2004 г. до 9,3 млрд.м³ в 2017 г.

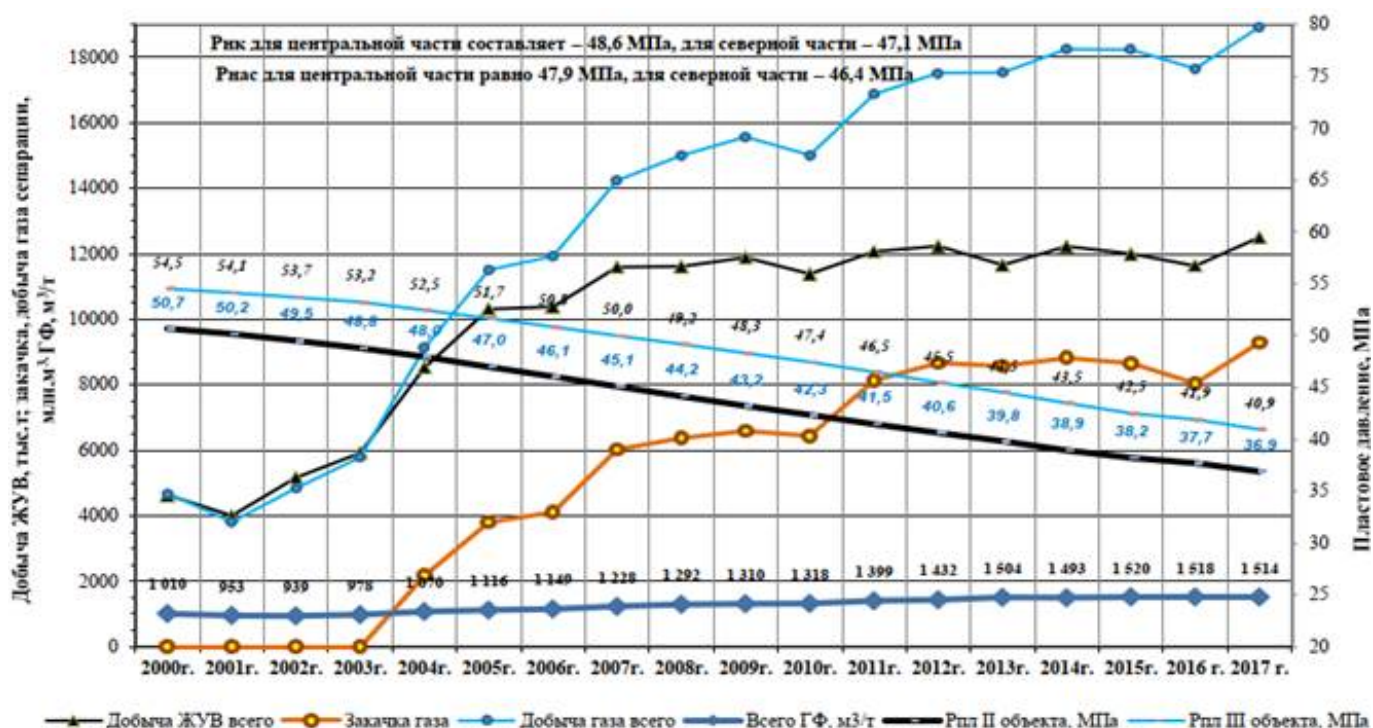


Рисунок 1. Динамика добычи газа сепарации и жидких УВ, закачки газа, средневзвешенного пластового давления по II и III объектам разработки

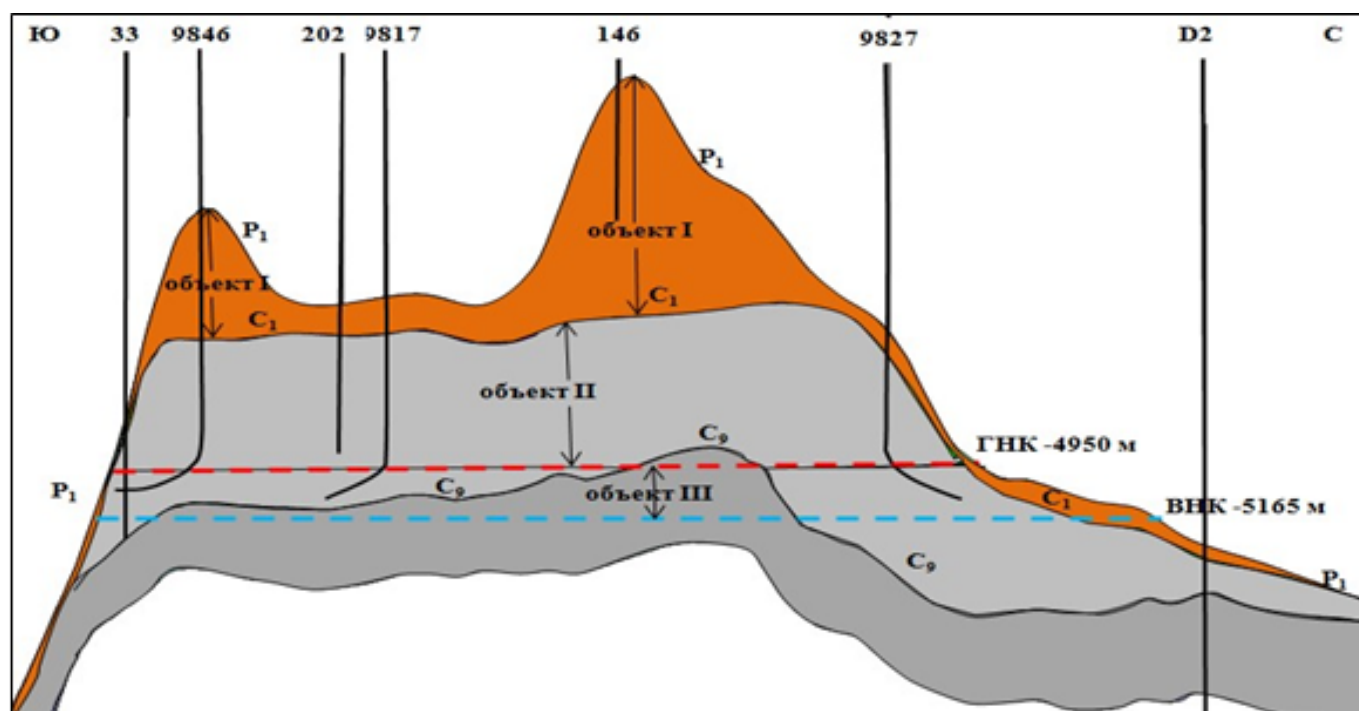


Рисунок 2. Схематический разрез месторождения Карачаганак

Пластовое давление в объектах разработки снижается вследствие неполной компенсации отборов (на 01.01.2018 г. накопленная компенсация составляет 33 %). Эффективность применения газового воздействия для увеличения нефтеотдачи связано с критериями внедрения сайклинг-процесса. При разработке нефтегазоконденсатных залежей на месторождениях нефти и газа наблюдаются процессы ретроградной конденсации, вследствие которых в пласте безвозвратно теряются значительные объемы высококипящих компонентов углеводородной группы C_5+V , добыча которых являлась бы дополнительным доходным источником для нефтегазовых компаний. Для решения проблемы обязательного поддержания пластового давления на месторождении осуществляется сайклинг-процесс, необходимый для увеличения коэффициента охвата пласта [3]. Определение эффективных параметров технологии обратной закачки газа в пласт является важной задачей, от которой всецело зависит успешность ее применения - количество дополнительно добытой нефтяной продукции. Поэтому данная тема является весьма актуальной.

Газоконденсат - один из наиболее ценных компонентов нефтяной эмульсии, и от способности его извлекать на поверхность во многом определяется конечная технико-экономическая эффективность разработки нефтегазоконденсатного месторождения. Состав газоконденсатного сырья в определенных условиях способствуют к осаждению тяжелых углеводородов (конденсата), когда давление в газоконденсатной системе падает ниже давления начала конденсации ($P_{н.к.}$). Система разработки газоконденсатных месторождений без поддержания пластового давления (ППД) приводит к снижению энергии пласта, а следовательно в пласте будет выпадать конденсат.

В этом случае большая часть конденсата, выпавшего в пласт не пригодна для добычи, поскольку он находится ниже порога его гидродинамической подвижности. Данная система разработки оправдана низким начальным содержанием конденсата в газе (менее 200 г/м^3), когда экономически нецелесообразно поддерживать давление в пласте для дополнительной добычи. Если содержание жидких углеводородов в газоконденсатной системе превышает $200-300 \text{ г/м}^3$, становится актуальной проблема предотвращения пластовых потерь конденсата за счет поддержания давления в пласте выше $P_{н.к.}$ [4].

Цель исследований

обоснование эффективности применения сайклинг технологии для разработки газоконденсатной залежи для увеличения нефтеотдачи.

При выборе вероятных сценариев разработки месторождения рассмотрим разные варианты сайклинг-процесса зависящий от компенсации пластового давления и интенсификации добычи углеводородов, в частности III объекта исследования – нефтяной оторочки. Расчетные варианты исследования приведены в рисунке 3.

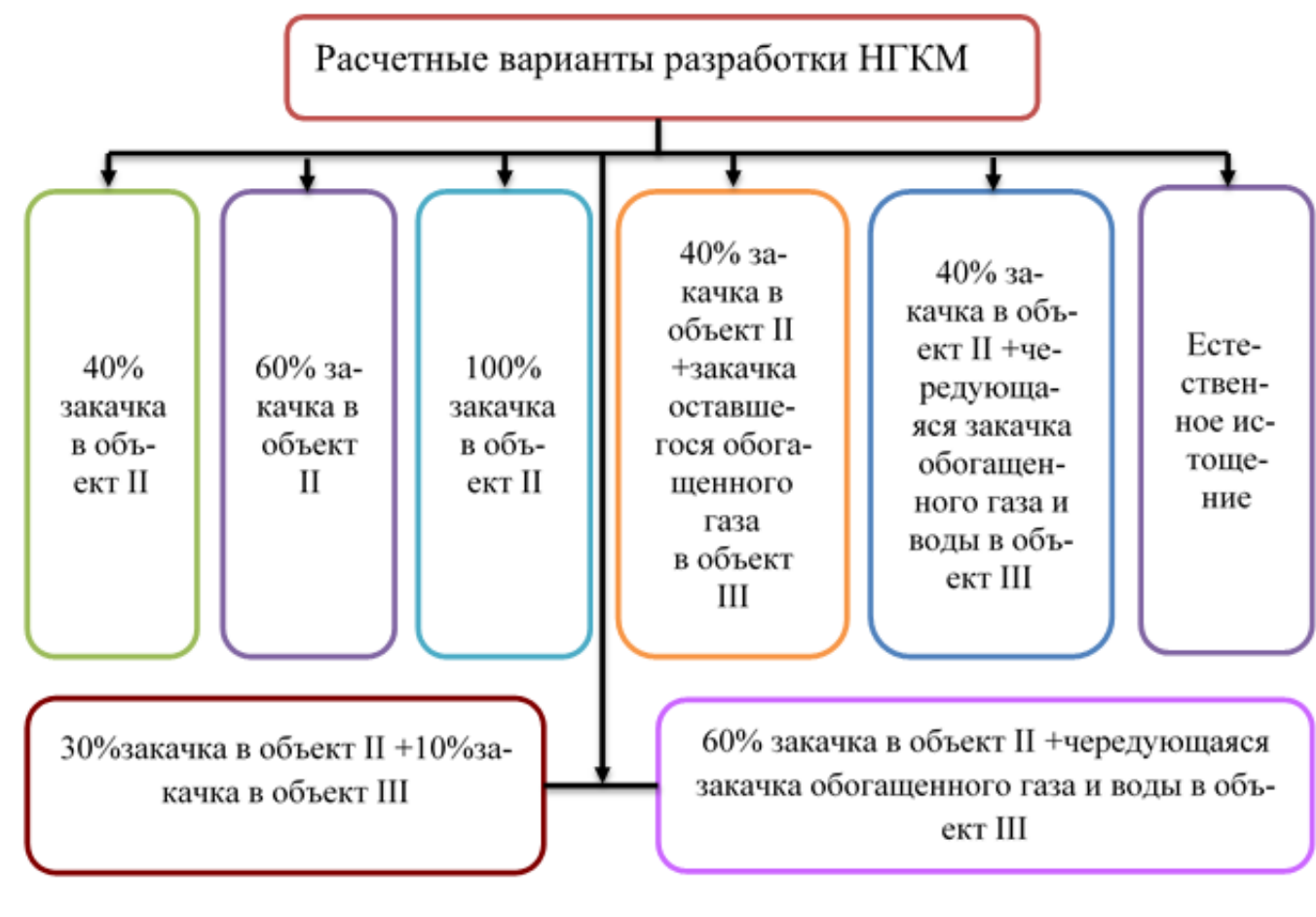


Рисунок 3. Основные предполагаемые разработки нефтегазоконденсатного месторождения

В соответствии с утверждённым в 2000 г. Технологической схеме 1 вариантом, предусмотрен приоритет добычи жидких углеводородов (УВ) и осуществление обратной закачки 40 % добываемого осушенного газа в верхнюю часть II объекта.

При анализе разработки на 01.07.2017 г. 2 вариант разработки основывается на положениях варианта 1 Технологической схемы и предусматривает расширение зоны закачки и увеличение максимального уровня годовой обратной закачки газа до 68,9 % от объема добычи газа.

Как показано выше, фактические показатели разработки соответствуют запроектированным, что в целом характеризует реализуемую систему разработки как эффективную. Основные технологические показатели по закачке газа, как основного метода повышения нефтеизвлечения, приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Основные технологические показатели по закачке газа

Годы	Закачка газа, млн.м ³	Доля добываемого газа, %	Давление на устье, Мпа (ср.знач.)	Средняя проницаемость 1 скважины, тыс.м ³ /сут	Коэффициент эксплуатации, д.ед.
2004	2170,0	23,8	37,9	1038,4	0,44
2005	3800,5	33,0	35,4	1174,4	0,63
2006	4103,8	34,4	36,45	1113,9	0,73
2007	6016,4	42,3	36,8	1302,6	0,84
2008	6372,3	42,5	35,1	1339,0	0,87
2009	6589,2	42,3	37,5	1302,1	0,92
2010	6437,3	42,9	37,4	1357,2	0,89
2011	8129,0	48,2	37,05	1566,7	0,95
2012	8666,5	49,5	37,75	1586,2	0,96
2013	8570,1	48,9	30,55	1548,0	0,90
2014	8817,9	48,3	33,1	1464,4	0,97
2015	8652,3	47,5	35,55	1440,3	0,97
2016	8039,7	45,2	35,45	1442,7	0,90
2017	9289,5	49,1	37,55	1536,7	1,00

Надежность работы компрессоров, наземных сооружений системы ППД и прочность ствола скважин соответствуют проектным требованиям. Показатели работы газонагнетательных скважин свидетельствуют о том, что на месторождении промышленно освоена, и более 14 лет успешно реализуется технология разработки нефтегазоконденсатной залежи с применением обратной закачки в пласт ежегодно до 49,5 % добываемого объема газа. Доля закачанного газа в общем объеме добычи газа со II объекта небольшая. На это указывают данные о характере динамики газового фактора добывающих скважин.

Как видно на приведённом графике (рисунок 4), с начала закачки газа в 2003-04 гг. только в единичных скважинах (в 8 из 69) наблюдается резкое увеличение ГФ, что можно характеризовать, как прорыв закачиваемого газа.

По данным гидродинамической модели, на 01.01.2018 г. объем добытого газа закачки составляет 12 % от накопленного объема закачанного газа, что свидетельствует о высокой эффективности вытеснения (замещения) пластового флюида газом закачки, т.е. на высокий коэффициент охвата залежи процессом вытеснения агентом (газом) – 88 %.

Наряду с применением обратной закачки газа, на КНГКМ для повышения нефтеизвлечения используют и другие методы.

Вышеприведенный анализ основных параметров эксплуатации скважин показывает эффективность разработки III объекта горизонтальными скважинами. Рекомендуются в будущем продолжить применение горизонтальных скважин [5].

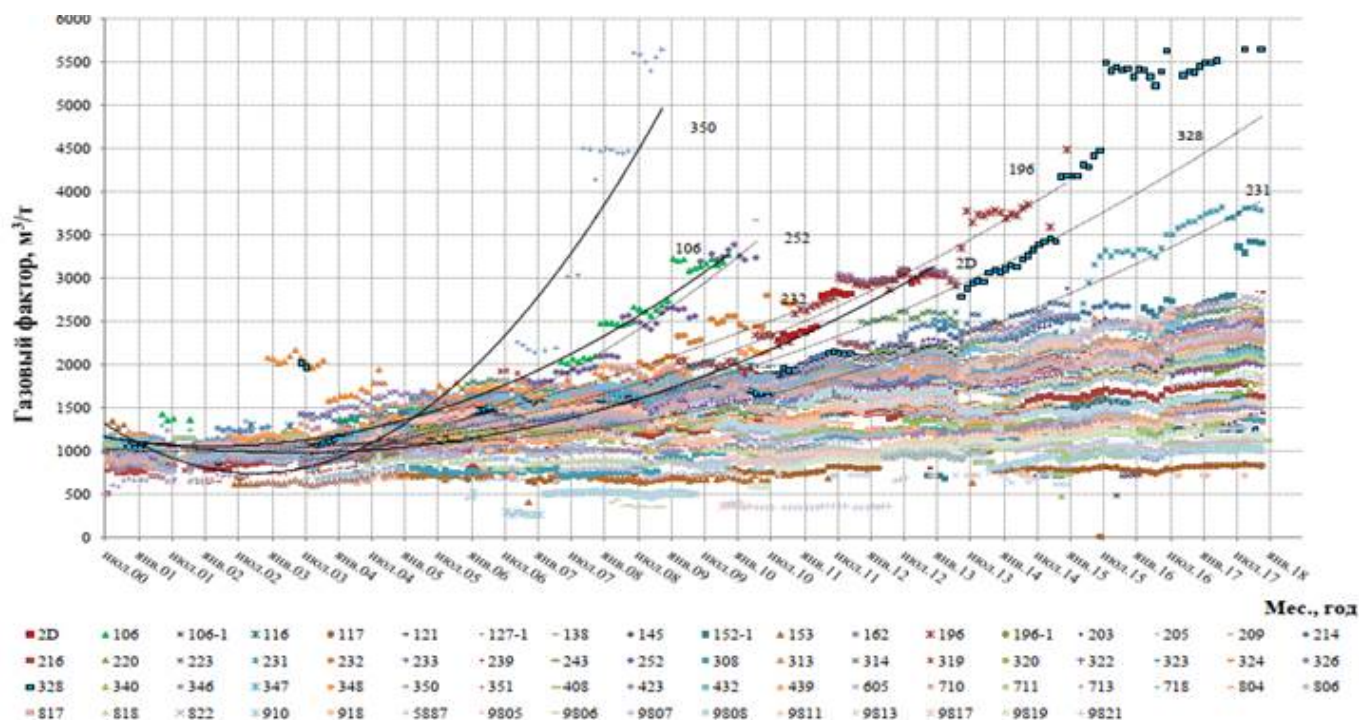


Рисунок 4. Динамика газового фактора по добывающим скважинам за период 2000-01.01.2018 гг.

Согласно рекомендациям на месторождении Карачаганак, с целью повышения производительности малодебитных скважин III объекта, а также вывода из бездействия скважин, пробуренных на III объект и находящихся в бездействии по причине вскрытия низкопродуктивных коллекторов, проводились специальные работы по 2 технологиям: повторное заканчивание существующих скважин установкой в них циркуляционных клапанов, механических муфт и клапанов-регуляторов притока с целью избирательного разобщения зон в пределах объекта II и избирательная перфорация и интенсификация интервалов в объекте II с целью получения дополнительной энергии в существующих скважинах объекта III с низкими рабочими характеристиками. Данные, приведённые в отчётах по Авторскому надзору и в Анализах разработки, свидетельствуют о том, что использование выше описанных технологий, позволяют вводить бездействующие скважины III объекта в эксплуатацию для добычи УВ. Кислотные обработки и кислотные ГРП (гидроразрыв пласта), проводимые на месторождении для улучшения состояния призабойных зон в скважинах после бурения и повышения продуктивности действующих скважин дают положительный эффект.

Исходя из геологического строения месторождения и учитывая его текущее энергетическое состояние всего на месторождении выделены три участка (зоны): Север, Центр и Запад, которые по местоположению соответствуют их названиям. По отборам запасов свободного газа и конденсата наиболее выработан участок Центр, где достигнутые значения коэффициента извлечения (КИ) газа и конденсата по II объекту составляют 0,133 и 0,194, соответственно.

Аналогичная картина по выработке запасов нефти и растворенного газа наблюдается и по III объекту: максимальные КИ характерны участку Центр, где коэффициент извлечения нефти (КИН) надтульских отложений составляет 0,104 и КИРГ - 0,205; меньшие КИ - участку Запад с КИН 0,080 и КИРГ 0,110. Участок Север по выработке запасов на уровне Западного [2, 5].

Выводы Учитывая вышеизложенный анализ эксплуатации залежи, рекомендуется

продолжить, применяемые на месторождении Карачаганак, методы повышения нефтеизвлечения. По выработанным рекомендациям применения способа повышения эффективности сайклинг-процесса следует эмпирическим методом производить подбор параметров времени начала воздействия на пласт для максимального извлечения компонентов и оптимальных объемов закачки газа.

Список литературы:

1. Андреев В. Е. Комплексное геолого-технологическое обоснование и прогнозирование применения методов увеличения нефтеотдачи [Текст]: дис. ... д-ра техн. наук: 05.15.06: защищена 10.04.1998: / Андреев Вадим Евгеньевич. - Тюмень, 1997. - 347 с. Аннотация к проекту разработки нефтегазоконденсатного месторождения Карачаганак – Актау, – 55 с.
2. Анализ разработки месторождения Карачаганак по состоянию на 01.07.2015г. АО «НИПИнефтегаз», КПО б.в., Аксай-Актау, 2015.
3. Былинкин Г.П. Оценка фазового состояния пластовой смеси в зоне ГНК Карачаганакского месторождения / Г.П. Былинкин, А.В. Урусов, К.К. Матросова и др. // Геология нефти и газа.- 1990.- № 5.- С. 24-27.
4. Имангазиева А. Первичные результаты закачки газа для ППД на месторождении Карачаганак / А. Имангазиева, Ж.А. Апакаев // Сборник трудов АО «НИПИнефтегаз».- №3.-2016.