Научная статья
Original article
УДК 622.276.4

ВОДОГАЗОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ ПОВЫШЕННОЙ ВЯЗКОСТИ

WATER-GAS IMPACT IN THE DEVELOPMENT OF OIL DEPOSITS OF HIGH VISCOSITY

Гималов Марсель Радикович, магистр, ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет» (450064 Россия, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1), тел. 8(927) 083-12-34, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-8855-2114, gimalovmarsel1@gmail.com

Marsel R. Gimalov, Master, Ufa State Petroleum Technical University (1 Kosmonavtov st., Ufa, 450064 Russia), tel. 8(927) 083-12-34, ORCID: http://orcid.org/0000-0001-8855-2114, gimalovmarsel1@gmail.com

Аннотация. Водогазовое воздействие является одним из таких методов, к которому каждый год растет все больший интерес. Это связанно с тем, что данная технология сочетает в себе технологию заводнения и метод закачки углеводородного газа в пласт. Целью данной работы является анализ и оценка эффективности применения технологии водогазового воздействия на продуктивный пласт с целью повышения нефтеотдачи и утилизации попутного нефтяного газа.

В статье рассмотрены виды водогазового воздействия, исследованы применяемые способы водогазового воздействия, а также проведен анализ наиболее современных методов.

Absract. Water-gas exposure is one of such methods, to which there is growing interest every year. This is due to the fact that this technology combines the technology of flooding and the method of pumping hydrocarbon gas into the reservoir. The purpose of this work is to analyze and evaluate the effectiveness of the technology of water-gas impact on the productive reservoir in order to increase oil recovery and utilization of associated petroleum gas.

The article discusses the types of water-gas exposure, investigates the methods of water-gas exposure used, and analyzes the most modern methods.

Ключевые слова: нефть, вязкость, водогазовое воздействие.

Keywords: oil, viscosity, water-gas effect.

Текущее состояние разработки ряда месторождений отличается невысоким текущим коэффициентом нефтеотдачи и исчерпанием потенциала заводнения для продолжения экономически эффективной довыработки остаточных запасов нефти. Поэтому внедрение современных методов увеличения нефтеотдачи является актуальным и растет с каждым годом. Приоритетным направлением в нефтедобыче является развитие современных интегрированных методов увеличения нефтеотдачи, которые смогут обеспечить высокий коэффициент нефтеотдачи на уже разрабатываемых, а также новых месторождениях [1–8].

Водогазовое воздействие является одним из таких методов, к которому каждый год растет все больший интерес. Это связанно с тем, что данная технология сочетает в себе технологию заводнения и метод закачки углеводородного газа в пласт. Целью данной работы является анализ и оценка эффективности применения технологии водогазового воздействия на продуктивный пласт с целью повышения нефтеотдачи и утилизации попутного нефтяного газа.

Существуют следующие виды: газовая репрессия, режим ограниченной взаимной растворимости и режим неограниченной взаимной растворимости.

При газовой репрессии отсутствует массообмен среди жидких и газовых фаз, где вытеснение нефти произойдет только под действием газодинамических сил. Режим ограниченной взаимной растворимости характеризуется

происходящим обменом компонентами между газовой и жидкой фазами при вытеснении нефти в пласте.

Для режима неограниченной взаимной растворимости, или так называемого смешивающегося режима, границы раздела фаз, а также межфазное натяжение между нефтью и газом не происходит. По используемому газовому агенту водогазовое воздействие делится на воздействия: углеводородным газом; диоксидом углерода; азотом; дымовыми газами и закачку воздуха.

При закачке в пласт воздуха возникает возможность прохождения окислительных экзотермических процессов между кислородом и воздухом, а также углеводородами нефти. Воздух в данной реакции не будет рабочим агентом, а будет исходным веществом для того чтобы получить вытесняющий агент.

По способу нагнетания технологии водогазового воздействия на продуктивные пласты делиться на следующие виды: последовательная закачка; попеременная или чередующаяся закачка и совместная закачка в пласт.

При последовательной закачке предусматривается закачка воды после того, как нагнетался газ в течение длительного периода. Чередующаяся закачка в пласт производится раздельно инжектированием в пласт вытесняющих агентов.

Рассмотрим применяющиеся способы и наиболее современные.

Так, способ разработки нефтяной залежи (патент GB № 2094863, МПК E21B 43/22, опубл. 22.09.1982), включает заводнение нефтяной залежи водогазовым раствором путем закачки через нагнетательные скважины водно-газового раствора и поверхностно-активного вещества, которое добавляют в воду перед ее смешением с газом.

Недостатками способа являются интенсивная коррозия нефтепромыслового оборудования, при смешении воздуха и углеводородного газа в добывающей скважине появляется возможность взрыва, и низкая эффективность из-за приготовления и закачки без учета свойств водогазового раствора и свойств пласта.

Известен также способ водогазового воздействия на пласт (патент RU № 2714399, МПК E21B 43/20, опубл. 14.02.2020, Бюл. № 5), включающий формирование эжектором мелкодисперсной водогазовой смеси с

пенообразующими поверхностно-активными веществами (ПАВ) и последующую закачку полученной смеси дожимным насосом в нагнетательные скважины, причем на выходе дожимного насоса поток образованной смеси разделяют на две части, одну из которых направляют непосредственно в нагнетательные скважины, а вторую отводят в дополнительный контур эжектирования водогазовой смеси для повышения ее газосодержания с последующим возвратом образованной смеси на вход дожимного насоса, причем задают подачу дожимного насоса по жидкости больше, чем подача силового насоса.

Недостатками данного способа являются сложность реализации из-за необходимости разделения и повторного смешения потока водогазовой смеси и низкая эффективность из-за приготовления и закачки без учета свойств водогазовой смеси и свойств пласта.

Наиболее близким по технической сущности является способ разработки нефтяной залежи (патент RU № 2123586, МПК E21B 43/22, опубл. 20.12.1998, Бюл. № 35), заключающийся в заводнении залежи водогазовым раствором путем закачки через нагнетательные скважины водогазового раствора и поверхностно-активного вещества, которое добавляют в воду перед ее смешением с газом, причем в качестве водогазового раствора закачивают однофазный газовый раствор в предпереходном фазовом состоянии при отношении объемов газа к воде, обеспечивающем полное насыщение воды газом при пластовых условиях, поддержания в процессе отношения забойного давления к пластовому менее двух, при этом в качестве газовой фазы в водогазовом растворе используют углеводородный газ, а в качестве поверхностно-активного вещества добавляют 0,01-1,0% катионного поверхностно-активного вещества.

Недостатками данного способа являются узкая область применения из-за использования в качестве газовой фазы в водогазовом растворе только углеводородный газ, сложность реализации из-за необходимости постоянного поддержания в процессе закачки отношения забойного давления к пластовому менее двух и низкая эффективность из-за приготовления и закачки без учета свойств водогазового раствора и свойств пласта.

В ходе анализа, наиболее технически совершенным является способ разработки нефтяной залежи водогазовым воздействием (патент 2 762 641),

заключающийся в заводнении залежи водогазовым раствором путем закачки через нагнетательные скважины водогазового раствора и 0,01-1,0% поверхностно-активного вещества - ПАВ, которое добавляют в воду перед ее смешением с газом в водораспределительную гребенку, причем в качестве водогазового раствора закачивают газовый раствор при отношении объемов газа к воде, обеспечивающем полное насыщение воды газом при пластовых условиях. Предварительно проводят лабораторные исследования минерализации воды и керна, полученного из обрабатываемой залежи, определяют состав пенообразующего ПАВ и точную концентрацию ПАВ и газа в воде для получения оптимальных характеристик для максимальной эффективности воздействия водогазовым раствором на залежь. Подачу ПАВ в воду осуществляют регулируемым дозатором пропорционально от объема подаваемой воды в водораспределительную гребенку. Закачку в нефтяную залежь производят после смешения воды с ПАВ с газом в ламинарном режиме после получения равномерного по объему водогазового раствора. Предлагаемый способ позволяет обеспечить максимальное водогазовое воздействие на продуктивный пласт залежи.

Техническая задача решается способ разработки нефтяной залежи водогазовым воздействием , включающий заводнение залежи водогазовым раствором путем закачки через нагнетательные скважины водогазового раствора и 0,01 - 1,0% поверхностно-активного вещества - ПАВ, которое добавляют в воду перед ее смешением с газом в водораспределительную гребенку, причем в качестве водогазового раствора закачивают газовый раствор при отношении объемов газа к воде, обеспечивающем полное насыщение воды газом при пластовых условиях.

Новым является то, что предварительно проводят лабораторные исследования минерализации воды и керна, полученного из обрабатываемой залежи, определяют состав пенообразующего ПАВ и точную концентрацию ПАВ и газа в воде для получения оптимальных характеристик для максимальной эффективности воздействия водогазовым раствором на залежь, при этом подачу ПАВ в воду осуществляют регулируемым дозатором пропорционально от объема подаваемой воды в водораспределительную гребенку, а закачку в

нефтяную залежь производят после смешения воды с ПАВ с газом в ламинарном режиме после получения равномерного по объему водогазового раствора.

Новым является также то, смешение воды с ПАВ с газом производят для получения ламинарного режима потока после получения равномерного по объему водогазового раствора в трубах с проходным сечением не более 0,15 м на расстоянии не менее 100 м от устья нагнетательной скважины

На сегодняшний день технология ВГВ успешно применяется более чем на 70 месторождениях по всему миру, расположенных как на суше, так и в море. Технологии ВГВ являются как сопутствующим процессом, который решает вопросы утилизации попутного нефтяного газа в большей степени для малых нефтяных месторождений с отсутствием газоводов, так и основной технологией повышения нефтеотдачи пластов. Водогазовые смеси показали также свою эффективность для перераспределения потоков в слоисто-неоднородных пластах.

Использование недиспергированной и диспергированной водогазовой смеси приводит к увеличению коэффициента вытеснения как низкопроницаемой, так и высокопроницаемой моделей, при этом применение диспергированной водогазовой смеси приводит к более высоким значениям коэффициента вытеснения. Насосно-эжекторная технология водогазового воздействия является наиболее перспективной на сегодняшний день. Связано это с тем, что данная технология сочетает в себе преимущества струйных аппаратов, которые были описаны в работе и центробежных насосов, также данная технология по сравнению с другими менее затратная. Проанализировав зарубежный и отечественный опыт, можно сделать вывод, что внедрение технологии водогазового воздействия на продуктивные пласты перспективно, при использовании данного метода почти во всех случаях уменьшалась обводнённость за счет увеличения коэффициента охвата и вовлечении в работу ранее слабопроницаемых каналов и увеличивалась нефтеотдача, что непосредственно отражалось на экономических показателях.

Литература

1. Астахова А.Н., Рахматуллин А.А., Миннуллин А.Г. Уточнение механизма вытеснения вязкой нефти водогазовым воздействием при нестационарном режиме // Нефтепромысловое дело. 2021. № 1 (625). С. 30-32.
2. Газизуллин А.Д. Влияние режима водогазового воздействия на коэффициент извлечения нефти различной вязкости // Форум молодых ученых. 2020. № 12 (52). С. 98-102.
3. Газизуллин А.Д. Исследование эффективности применения водогазового воздействия для неоднородных коллекторов // Форум молодых ученых. 2020. № 12 (52). С. 103-107.
4. Соромотин А.В., Сюзев А.В. Природа процессов в пласте, влияющих на эффективность применения водогазового воздействия // Проблемы разработки месторождений углеводородных и рудных полезных ископаемых. 2020. Т. 2. С. 387-391.

References

1. Astakhova A.N., Rakhmatullin A.A., Minnullin A.G. Clarification of the mechanism for displacing viscous oil by water-gas impact under a non-stationary regime // Oilfield business. 2021. №1 (625). pp. 30-32.
2. Gazizullin A.D. The influence of the regime of water-gas exposure on the coefficient of oil recovery of various viscosities // Forum of Young Scientists. 2020. № 12 (52). pp. 98-102.
3. Gazizullin A.D. Investigation of the effectiveness of the use of water-gas exposure for heterogeneous reservoirs // Forum of Young Scientists. № 12 (52). pp. 103-107.
4. Soromotin A.V., Syuzev A.V. The nature of processes in the reservoir that affect the effectiveness of the use of water-gas exposure // Problems of development of hydrocarbon and ore mineral deposits. 2020. Vol. 2. pp. 387-391.

© Гималов М.Р. 2022 Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022

Для цитирования: Гималов М.Р. ВОДОГАЗОВОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ЗАЛЕЖЕЙ НЕФТИ ПОВЫШЕННОЙ ВЯЗКОСТИ// Научно-образовательный журнал для студентов и преподавателей «StudNet» №6/2022