

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ КОНДЕНСАТООТДАЧИ

**В.В. Горбунова**, магистрант

**И.А. Королева**, магистрант

Тюменский индустриальный университет  
(Россия, г. Тюмень)

DOI:10.24412/2500-1000-2023-7-1-68-70

**Аннотация.** В статье рассматривается потеря конденсата в пласте за счет его преждевременного выпадения во время разработки месторождений. Проводится краткий анализ методов увеличения конденсатоотдачи: сайклинг-процесс, закачка в пласт растворителей, метод Huff-n-Puff, тепловое воздействие и т.д. В результате анализа существующих методов увеличения коэффициента извлечения конденсата определяются преимущества и недостатки каждого из них.

**Ключевые слова:** потеря конденсата в пласте, разработка месторождений, методы увеличения конденсатоотдачи.

Опыт разработки газоконденсатных месторождений указывает на существенное снижение продуктивности скважин в процессе их эксплуатации. Снижение коэффициентов продуктивности приводит не только к появлению проблем при эксплуатации скважин, но и к снижению технико-экономических показателей добычи. Основными причинами снижения дебитов при разработке газоконденсатных месторождений являются преждевременное выпадение конденсата в пласте и его скопление в призабойной зоне пласта (ПЗП).

Преждевременное выпадение конденсата в пласте, или ретроградная конденсация, происходит при разработке месторождения на «истощение» при снижении пластового давления ниже давления начала конденсации («точки росы»), когда из газа начинают выпадать тяжелые углеводороды. Вследствие этого подвижность выпавшего в пласте конденсата снижается, т.к. зависит от его насыщения. Следовательно, если конденсат «недонасыщен», он будет неподвижен, в результате чего в пласте может остаться 30-60% начальных запасов конденсата [1].

Одной из причин снижения продуктивности скважин является скопление конденсата в ПЗП, что приводит к уменьшению относительной фазовой проницаемости по газу и препятствует выходу газа. При этом наиболее ценные углеводородные компоненты остаются в жидкой фазе, которая

обладает меньшей фазовой проницаемостью по сравнению с газом, из-за чего образует так называемую конденсатную пробку. Так, например, скопленный конденсат на одном из крупнейших газоконденсатных месторождений Арун в Индонезии производительность скважины снизилась более чем на 50% [2].

Система разработки на «истощение» оправдывается лишь при небольшом содержании конденсата в газе. В случае, когда оно превышает 200-300 г/м<sup>3</sup>, необходимо снизить до минимума или предотвратить выпадение конденсата путем поддержания пластового давления выше «точки росы» [3].

В настоящее время применяются различные технологии, направленные на повышение конденсатоотдачи пластов. В первую очередь, это сайклинг-процесс, или обратная закачка сухого газа в пласт. При этом методе пластовое давление поддерживается выше давления точки росы, что приводит к вытеснению конденсата из пласта, а если конденсат уже выпал в пласте, то закачиваемый газ способствует его повторному испарению. Сайклинг является эффективным методом, однако довольно дорогостоящим.

В качестве альтернативы для вышеописанного метода рассматривают нагнетание в пласт растворителей, вовлекающих выпавший ретроградный конденсат в процесс фильтрации. Например, углекислый газ

существенно увеличивает извлечение конденсата и предотвращает его накопление в течение определенного времени [4]. Его эффективность в восстановлении дебита газа и газоконденсата сравнима с эффективностью закачки природного газа. Азот является дешевым, чистым и некоррозионным газом, однако при его закачке возможно смешивание с газоконденсатом в пласте, что может привести к повышению давления точки росы смеси [5].

Закачка углекислого газа методом Huff-n-Puff похожа на нагнетание в пласт CO<sub>2</sub>, используемое для интенсификации добычи, но данный метод подразумевает меньшее количество закачиваемого агента и закрытие скважины для взаимодействия углекислого газа и пластовым флюидом. В результате этого происходит снижение давления точки росы смеси в пласте. Однако эта технология характеризуется коротким периодом действия и высокой эффективностью только при образовании конденсата вблизи ствола скважины [6].

Существуют методы теплового воздействия на пласт с целью увеличения коэффициента извлечения газоконденсата. Они включают в себя как помещение на забой скважины и нагрев источника тепла, так и закачку реагентов, выделяющих тепло в процессе реакции. За счет повышения температуры фазовое равновесие в пласте смещается в сторону газа, что приводит к увеличению выхода газоконденсата [7].

В статье [7] также рассматриваются методы искусственного заводнения, осу-

ществляемые путем площадного законтурного нагнетания воды для поддержания пластового давления, однако, по словам авторов, распространения они не получили.

В результате проведенного анализа становится ясно, что предложенные многие методы по предотвращению выпадения конденсата в пласте или накопления выпавшего в ПЗП имеют значительные недостатки при применении на практике. Закачка углекислого газа методом Huff-n-Puff имеет краткосрочное действие, а при нагнетании природного газа необходимо большое его количество. Однако действие природного газа показывает лучшие результаты по сравнению с метаном, углекислым газом или азотом. Поэтому при подборе пропорций вышеперечисленных газов путем гидродинамического моделирования возможно определить, в каком случае коэффициент вытеснения конденсата будет наибольшим.

Гидродинамическое моделирование фильтрационных потоков при разных пропорциях вышеперечисленных газов даст возможность определить, как и в какой мере влияет на фильтрацию флюидов та или иная смесь с различными концентрациями газов в ней, оценить эти пропорции численно и в конечном итоге разработать методы воздействия на газоконденсатную систему для увеличения коэффициента извлечения конденсата из пласта.

#### **Библиографический список**

1. Калугин, Ю.И. Оптимизация разработки газоконденсатных месторождений / Ю.И. Калугин, В.В. Яковлев, А.Ю. Калугин // Прикладная гидромеханика. – 2015. – № 17 (1). – С. 37-52.
2. Качалов, В.В. Обзор методов повышения компонентоотдачи при разработках газоконденсатных месторождений / В.В. Качалов, В.Н. Сокотущенко, Е.В. Земляная, А.В. Волохова // Наука. Инновации. Технологии. Науки о Земле. – 2019. – № 3. – С. 19-48.
3. Люгай, А.Д. Повышение компонентоотдачи при разработке газоконденсатных месторождений с высоким содержанием неуглеводородных компонентов: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. тех. наук (25.00.17). / Люгай Антон Дмитриевич; ООО «Научно-исследовательский институт природных газов и газовых технологий – Газпром ВНИИ-ГАЗ». – Москва, 2016. – 26 с.
4. Amini, Sh. Simulation study of enhanced condensate recovery in a gas-condensate reservoir / Sh. Amini, B. Aminshahidy, M. Afshar. – Direct text // Iranian Journal of Chemical Engineering. – 2011. – № 8(1). – С. 3-14.

5. Siregar, S. March Nitrogen Injection vs. Gas Cycling in Rich Retrograde Condensate-Gas Reservoirs / S. Siregar, J. Hagoort, H. Ronge // International Meeting on Petroleum Engineering. – Beijing, China, 1992.

6. Odi, U. Analysis and potential of CO<sub>2</sub> Huff-n-Puff for near wellbore condensate removal and enhanced gas recovery // SPE Annual Technical Conference and Exhibition, San Antonio, Texas. – 2011. – October.

7. Математическое и физическое моделирование теплового воздействия на газоконденсатные системы / В.М. Зайченко, В.В. Качалов, И.Л. Майков [и др.] // Вести газовой науки. Актуальные вопросы исследований пластовых систем месторождений углеводородов. – 2013. – № 1(12). – С. 66-72.

## **PROMISING METHODS OF INCREASING CONDENSATE RECOVERY**

**V.V. Gorbunova**, *Graduate Student*

**I.A. Koroleva**, *Graduate Student*

**Industrial University of Tyumen**

**(Russia, Tyumen)**

**Abstract.** *The article discusses the loss of condensate in the reservoir due to its premature precipitation during the development of deposits. A brief analysis of the methods of increasing condensate recovery is carried out: cycling process, injection of solvents into the reservoir, Huff-n-Puff method, thermal exposure, etc. As a result of the analysis of existing methods of increasing the condensate recovery coefficient, the advantages and disadvantages of each of them are determined.*

**Keywords:** *condensate loss in the reservoir, field development, methods of increasing condensate recovery.*