



УДК: 553.98:622.279

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЕЧНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ГАЗООТДАЧИ ПРОДУКТИВНЫХ ПЛАСТОВ

Шомуродов Шохбоз Эрол угли

*Каршинский государственный технический университет, доктор
философии по геолого-минералогическим наукам (PhD), доцент*

E-mail: Shomurodovshohboz@mail.ru

Аннотация

В статье рассмотрены научно-методические основы определения конечного коэффициента газоотдачи продуктивных пластов при разработке газовых и газоконденсатных месторождений. В условиях возрастающей потребности в подземных углеводородных ресурсах эффективное использование уже открытых месторождений, достоверная оценка геологических запасов и обоснованное определение извлекаемых запасов являются одними из наиболее актуальных научно-практических задач. В работе проанализированы геологические, технико-технологические и экономические факторы, влияющие на коэффициент газоотдачи, а также обобщены подходы, применяемые в различных странах при оценке данного показателя. Обоснована необходимость комплексной оценки конечного коэффициента газоотдачи для газовых и газоконденсатных месторождений Узбекистана.

Ключевые слова: коэффициент газоотдачи, продуктивный пласт, газовое месторождение, газоконденсатное месторождение, геологические



запасы, извлекаемые запасы, коллектор, пластовое давление, режим разработки.

Abstract

The article discusses the scientific and methodological foundations for determining the ultimate gas recovery factor of productive reservoirs during the development of gas and gas-condensate fields. Under conditions of increasing demand for underground hydrocarbon resources, the efficient use of discovered fields, reliable estimation of geological reserves, and justified assessment of recoverable reserves are among the most important scientific and practical tasks. The paper analyzes geological, technical-technological, and economic factors affecting the gas recovery factor and summarizes approaches used in different countries to evaluate this parameter. The necessity of a comprehensive assessment of the ultimate gas recovery factor for gas and gas-condensate fields of Uzbekistan is substantiated.

Keywords: gas recovery factor, productive reservoir, gas field, gas-condensate field, geological reserves, recoverable reserves, reservoir rock, formation pressure, development regime.

Введение

В настоящее время во всем мире, в том числе и в Республике Узбекистан, возрастает потребность в подземных природных ресурсах, особенно в нефти и газе. В связи с этим расширение углеводородной сырьевой базы, рациональное использование уже открытых месторождений и повышение эффективности добычи приобретают особую актуальность как важные научно-практические задачи.

В последние годы выявление новых крупных месторождений углеводородов становится все более сложным. В этих условиях одним из



наиболее эффективных способов удовлетворения потребности в нефтегазовых ресурсах является научно обоснованная разработка уже открытых месторождений, максимальное извлечение нефти и газа из продуктивных пластов, а также рациональное использование имеющихся запасов.

При подсчете запасов газовых и газоконденсатных месторождений на основе геолого-геофизических и промыслово-геологических данных, полученных на стадиях поисков и разведки, а также при составлении проекта разработки месторождения особое значение имеет определение коэффициента газоотдачи продуктивного пласта. Данный показатель является одним из ключевых параметров при оценке извлекаемых запасов газа, выборе режима разработки месторождения и определении его экономической эффективности.

Степень изученности проблемы

В течение длительного времени существовало представление о том, что из-за низкой вязкости газа, относительно слабого взаимодействия газа с горными породами и значительных запасов упругой энергии в газовом пласте газ может быть извлечен практически полностью. В связи с этим при подсчете запасов свободного газа конечный коэффициент газоотдачи нередко принимался равным 1,0, то есть 100 % [1].

Однако мировая и отечественная практика добычи газа показывает, что конечный коэффициент газоотдачи изменяется в широких пределах в зависимости от геологического строения месторождения, коллекторских свойств продуктивных пластов, режима разработки, влияния водонапорной системы, технико-технологических условий и экономических факторов. Даже при наиболее благоприятных геологических условиях данный коэффициент практически никогда не достигает 100 %. Поэтому при оценке извлекаемых запасов газа необходимо учитывать реальное значение коэффициента газоотдачи.



Значительный вклад в изучение коэффициента газоотдачи внесли зарубежные ученые D.L. Stinson, Seiichi Hirakawa, Yoshihisa Amadatsu, E. Stoian, A.S. Telford, Muhammad Attique Amer, Shahid Ghazi, Arshad Raza, Raoof Gholam, Vamegh Rasouli, Reza Rezaee, Hou Lianhua, Yu Zhichao, Yi Zhao, Qingyan Mei и другие исследователи.

Среди ученых стран СНГ одним из первых необходимость оценки фактической газоотдачи продуктивных пластов научно обосновал М.А. Жданов. В дальнейшем исследования в области определения коэффициента газоотдачи и изучения факторов, влияющих на него, проводили А.Л. Козлов, Е.М. Минск, В.П. Савченко, А.И. Ширковский, Ю.П. Коротаев, К.С. Басниев, С.Н. Закиров, Г.А. Зотов, Б.Э. Сомов, Г.В. Рассохин, Р.М. Кондрат, И.А. Леонтьев, В.И. Петренко, М.Л. Фиш, Н.Ф. Канашук, Л.Б. Булавинов, Г.Г. Жиденко, Н.А. Кравцов, В.И. Олексюк, А.Х. Мирзаджанзаде, А.Г. Дурмишян, Ф.А. Гришин, Я.Э. Какаев и многие другие ученые [2].

Цель и задачи исследования

Целью данной статьи является анализ научно-методических основ определения конечного коэффициента газоотдачи продуктивных пластов газовых и газоконденсатных месторождений, а также систематизация основных факторов, влияющих на данный показатель.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

- проанализировать геологическое и промысловое значение коэффициента газоотдачи;
- обобщить подходы к оценке коэффициента газоотдачи, применяемые в различных странах;



— выделить природно-геологические, технико-технологические и экономические факторы, влияющие на конечную газоотдачу продуктивных пластов;

— обосновать необходимость комплексной оценки данного коэффициента для газовых и газоконденсатных месторождений Узбекистана.

Методы исследования

В статье использованы методы анализа, сравнения, обобщения и системного подхода. Проведен анализ зарубежных и отечественных научных источников, посвященных оценке коэффициента газоотдачи, практики разработки газовых месторождений, промыслово-геологических данных и методических подходов к подсчету запасов.

Кроме того, теоретически обобщено влияние коллекторских свойств продуктивных пластов, режима разработки, динамики пластового давления, водонапорного воздействия, а также технико-технологических условий на конечный коэффициент газоотдачи.

Результаты и обсуждение

Практика разработки газовых месторождений показывает, что коэффициент газоотдачи существенно различается от одного месторождения к другому. Так, американским исследователем Н. Ламонтом был проведен статистический анализ коэффициента газоотдачи по 37 газовым месторождениям штата Техас. По результатам исследований установлено, что коэффициент газоотдачи по изученным месторождениям изменялся от 65,2 до 96,6 %, а его среднеарифметическое значение составило 82,9 %. При этом 20 месторождений, или 54,1 % от общего числа изученных объектов,



характеризовались значениями коэффициента газоотдачи выше среднего показателя.

Группой исследователей под руководством В.В. Савченко были изучены изменения начальных запасов газа по месторождениям с запасами до 10 млрд м³, утвержденными Государственной комиссией по запасам бывшего Советского Союза по категориям А+В+С1 по состоянию на 1 января 1980 года. К этому времени на территории бывшего СССР насчитывалось 1694 таких месторождения, из которых 850 находились в разработке, а 120 были полностью истощены. На полностью выработанных месторождениях объем добытого газа составил 64,6 % от первоначально утвержденных запасов. При пересчете запасов было установлено, что начальные запасы уменьшились на 17,7 %. Газоотдача по отношению к первоначально утвержденным запасам составила 77,4 % [3].

В 1987 году при повторном утверждении запасов газа Коробковского месторождения Волгоградской области Государственной комиссией по запасам с учетом влияния геологических факторов было официально признано, что из-за низкой газоотдачи извлекаемые запасы составляют 63 % от первоначально утвержденных запасов. Данный пример подтверждает необходимость оценки коэффициента газоотдачи с учетом фактических геологических и эксплуатационных условий конкретного месторождения.

В мировой практике коэффициент газоотдачи не принимается как постоянная величина. Его значение определяется в зависимости от методики подсчета запасов, применяемой в конкретной стране, геологических условий месторождений, режима разработки и технологических возможностей.

В Германии при подсчете запасов газа коэффициент газоотдачи принимается в пределах 0,70–0,85 в зависимости от режима разработки месторождения, литологических особенностей продуктивных пластов,



влияния законтурных пластовых вод, критического состояния газа и других факторов. В Италии для месторождений, разрабатываемых в газовом режиме, данный коэффициент оценивается в пределах 0,80–0,85. При водонапорном режиме разработки он принимается в пределах 0,70–0,80 с учетом типа горных пород, остаточной газонасыщенности и темпов отбора газа.

В практике Югославии для месторождений, разрабатываемых в условиях водонапорного режима, конечный коэффициент газоотдачи мог достигать 0,85 от первоначальных геологических запасов. В Венгрии данный показатель в зависимости от режима разработки и коллекторских свойств пласта принимался в пределах 0,80–0,95, причем более высокие значения соответствовали газовому режиму. По данным геологической службы Нидерландов, в зависимости от механизма извлечения газа конечная газоотдача может изменяться от 0,50 до 0,85. В США этот показатель в большинстве случаев оценивается в пределах 0,75–0,95. В практике стран СНГ в качестве среднего значения рекомендуется коэффициент около 0,85 [4].

Приведенные данные показывают, что принятие коэффициента газоотдачи в качестве универсального и постоянного значения является научно необоснованным. Для каждого месторождения данный коэффициент должен определяться индивидуально на основе комплексного геологического, гидродинамического, технологического и экономического анализа.

Значение проблемы для газовых месторождений Узбекистана

После обретения независимости в Республике Узбекистан были осуществлены масштабные реформы в газовой отрасли. В результате были выявлены и введены в разработку многие газовые и газоконденсатные месторождения с крупными и средними запасами. Однако в отдельных случаях вопросам оценки газоотдачи продуктивных пластов уделялось недостаточное внимание.



Изучением газоотдачи продуктивных пластов в Узбекистане занимались И.Х. Халисматов, А.А. Абидов, И.П. Бурлуцкая, А. Саманов, Э. Бекметов, А.К. Каримов, С.Ю. Гом, М.Р. Нурматов, Н.Н. Махмудов, О.А. Каршиев и другие исследователи.

На многих газовых и газоконденсатных месторождениях Узбекистана на стадиях поисков и разведки при подсчете начальных запасов газа коэффициент газоотдачи учитывался не в полной мере. В ряде случаев при составлении проектов разработки месторождений использовались параметры близлежащих аналогичных объектов. Такой подход может привести к расхождениям между первоначально утвержденными запасами и фактическими промыслово-геологическими данными, выявляемыми при последующем пересчете запасов. В одних случаях это приводит к уменьшению запасов, в других — к их увеличению при повторной оценке.

Данная проблема имеет важное экономическое значение. В практике разработки месторождений может возникнуть необходимость списания запасов, которые не подтверждаются фактическими данными или не могут быть реально извлечены при существующих геолого-технических условиях. Это непосредственно влияет на эффективность разработки месторождений, инвестиционные проекты, производственные планы и рациональное использование углеводородных ресурсов.

Основные факторы, влияющие на газоотдачу

Факторы, влияющие на конечный коэффициент газоотдачи продуктивных пластов, условно можно разделить на три основные группы.

Первая группа — природно-геологические факторы. К ним относятся литологический состав пласта, коллекторские свойства, пористость и проницаемость, неоднородность пласта, фациальная изменчивость,



положение газоводяного контакта, пластовое давление и температура, остаточная газонасыщенность, а также активность водонапорной системы.

Вторая группа — технико-технологические факторы. К ним относятся плотность сетки скважин, конструкция скважин, темпы отбора газа, методы регулирования пластового давления, накопление жидкости на забое скважин, правильность выбора режима разработки и применяемые технологии добычи газа.

Третья группа — экономические факторы. В данную группу входят себестоимость добычи газа, рыночный спрос, возможности производственной инфраструктуры, экономическая эффективность дополнительных технологических мероприятий и предельная рентабельность разработки месторождения.

При определении коэффициента газоотдачи необходимо комплексно учитывать все перечисленные группы факторов. Оценка конечной газоотдачи только на основе одного фактора может привести к ошибкам при подсчете запасов и снижению эффективности проектных решений по разработке месторождений.

Научно-методический подход

При определении конечного коэффициента газоотдачи для газовых и газоконденсатных месторождений целесообразно соблюдать следующую методическую последовательность:

- анализ геологического строения месторождения, литолого-фациальных особенностей продуктивных пластов и коллекторских параметров;

- переоценка параметров, использованных при подсчете начальных геологических запасов;



- анализ истории разработки месторождения, динамики пластового давления и темпов отбора газа;
- оценка влияния водонапорной системы, обводнения скважин и остаточной газонасыщенности;
- использование данных по аналогичным месторождениям только в качестве дополнительного сравнительного критерия;
- определение конечного коэффициента газоотдачи на основе результатов геологического, гидродинамического и экономического моделирования;
- сопоставление полученных результатов с фактическими промыслово-геологическими и производственными данными.

Применение данного подхода позволяет более достоверно оценивать извлекаемые запасы газа, повышать эффективность разработки месторождений и обеспечивать рациональное использование углеводородных ресурсов.

Заключение

Определение конечного коэффициента газоотдачи продуктивных пластов имеет важное научно-практическое значение при эффективной разработке газовых и газоконденсатных месторождений. Мировая практика показывает, что данный коэффициент изменяется в широких пределах в зависимости от геологического строения месторождения, коллекторских свойств продуктивных пластов, режима разработки, влияния водонапорной системы, технико-технологических и экономических факторов.

Принятие коэффициента газоотдачи равным 100 % не отражает реальных промыслово-геологических условий. В связи с этим для каждого конкретного



месторождения конечный коэффициент газоотдачи должен определяться на основе специальных научно-методических исследований, анализа фактических промысловых данных и результатов моделирования.

Для газовых и газоконденсатных месторождений Узбекистана данная проблема имеет особую актуальность. При подсчете и переоценке запасов необходимо комплексно изучать природно-геологические, технико-технологические и экономические факторы, влияющие на коэффициент газоотдачи. Это позволит повысить эффективность разработки месторождений, обеспечить рациональное использование ресурсов и более достоверно оценивать извлекаемые запасы газа.

Список использованной литературы

1. Халисматов И.Х., Махмудов Н.Н., Закиров Р.Т., Шомуродов Ш.Э. и др. Геологические факторы, влияющие на коэффициент конечной газоотдачи продуктивных горизонтов месторождения Восточный Бердах — Учсай // Нефтегазовая геология. Теория и практика. — 2022. — Т. 17. — № 2. — URL: http://www.ngtp.ru/rub/2022/14_2022.html.
2. Халисматов И.Х., Закиров Р.Т., Шомуродов Ш.Э. и др. Газ ва газоконденсат конларидаги коллекторларни маҳсулот берувчанлигини ҳисоблаш ресурсларни тежаш асосидир // Энерго- ва ресурсосбережение: новые исследования, технологии и инновационные подходы: материалы международной конференции. — Карши, 2021. — С. 26–31.
3. Савченко В.В. Создание методов повышения газоотдачи залежей природных газов с учетом применения геолого-промысловых данных: диссертация в форме научного доклада. — Москва, 1994.
4. Дементьев Л.Ф., Шурубор Ю.В. и др. Оценка промышленных запасов нефти, газа и газоконденсата. — Москва: Недра, 1981.



5. Khalismatov I., Makhmudov N.N., Zakirov R.T., Shomurodov Sh.E., Isanova R. Gas recovery of Jurassic terrigenous reservoirs of the Sudochiy trough of the Ustyurt oil and gas region // Technical Science and Innovation. — 2021. — № 3(09). — P. 107–117. — URL: <https://uzjournals.edu.uz/btstu/>.

6. Халисматов И.Х., Махмудов Н.Н., Закиров Р.Т., Шомуродов Ш.Э. Оценка конечной газоотдачи продуктивных пластов юрских коллекторов по месторождениям Судочьего прогиба // Газовая промышленность. — Москва, 2021. — № 8. — С. 54–60.

7. Ли Дж., Никенс Г., Уэллс М. Эксплуатация обводняющихся газовых скважин. Технологические решения по удалению жидкости из скважин. — Москва: Премиум Инжиниринг, 2008.

8. Халисматов И., Закиров Р.Т., Шомуродов Ш.Э., Исанова Р.Р. Газ ва газоконденсат уюмларида газ берувчанлик коэффициентида геологик омилларнинг эмпирик боғлиқлиги // Геология фанлари университети хабарлари. — Тошкент, 2023. — № 6. — С. 5–10.

9. Khalismatov I., Makhmudov N.N., Zakirov R.T., Shomurodov Sh.E., Isanova R., Joraev F., Ergashev Y. Correlation analysis of geological factors with the coefficient of gas transfer of organizations // Proceedings of the 5th International Conference on Energetics, Civil and Agricultural Engineering (ICECAE 2024). — Samarkand, Uzbekistan, 2024.