DOI: 10.24412/2076-6785-2021-3-**-**
УДК 622.276 I Научная статья

Выбор рациональной системы разработки газонефтяных месторождений с помощью многовариантного моделирования

Потапов К.Р., Полозов М.Б., Трубицына Н.Г., Борхович С.Ю.
Удмуртский государственный университет, Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева, Ижевск, Россия
michael999@inbox.ru

Аннотация
В работе рассмотрен подход к выбору рациональной системы разработки верейских отложений Чутырского газонефтяного месторождения. Для оптимизации системы разработки построена и адаптирована фильтрационная модель верейских и башкирских отложений. Определена рациональная система разработки месторождения на основе результатов многовариантных расчетов.

Материалы и методы
На основе анализа практического материала опробование метода пенокислотного воздействия в условиях разрабатываемых месторождений на территории Удмуртской Республики.

Ключевые слова
рациональная система, система разработки, газонефтяное месторождение, фильтрационная модель, гидродинамическая модель (ГДМ), многовариантный расчет, моделирование

Для цитирования
Потапов К.Р., Полозов М.Б., Трубицына Н.Г., Борхович С.Ю. Выбор рациональной системы разработки газонефтяных месторождений с помощью многовариантного моделирования // Экспозиция Нефть Газ. 2021. № 3. С. **–**. DOI: 10.24412/2076-6785-2021-3-**-**

Поступила в редакцию: 17.04.2021

UDC 622.276 I Original paper

The selection approach for the efficient development method gas-and-oil fields based on multialternative calculations

Potapov K.R., Polozov M.B., Trubicyna N.G., Borkhovich S.Yu.
Udmurt State University, Institute Oil and Gas M.S. Gutseriev, Izhevsk, Russia
michael999@inbox.ru

Abstract
The article describes the selection approach for the efficient development method of the vereiskian formation of the Chutyr field. To optimize the method, the filtration model of the Vereiskian and Bashkirian formations was prepared and historically matched. Based on multialternative calculations, the practical field development method was determined.

Materials and methods
Based on the analysis of practical material, the testing of the method of foam acid exposure in the conditions of developed fields in the territory of the Udmurt Republic.

Keywords
efficient system, development method, gas and oil field, filtration model, fluid flow model, multialternative calculations, modelling

For citation
Potapov K.R., Polozov M.B., Trubicyna N.G., Borkhovich S.Yu. The selection approach for the efficient development method gas-and-oil fields based on multialternative calculations. Exposition Oil Gas, 2021, issue 3, P. **–**. (In Russ). DOI: 10.24412/2076-6785-2021-3-**-**

Received: 17.04.2021

Разработка месторождений с нефтяными оторочками малой толщины и наличием активных газовых шапок затрудняется образованием газовых и водяных конусов, зональной неоднородностью пласта, а также риском проникновения газа в область нефтяной оторочки или нефти в область газовой шапки [1].

Оптимальным решением по разработке нефтяных оторочек является бурение горизонтальных скважин (ГС), а для исключения вероятности прорыва газа и обеспечения компенсации отборов ГС необходимо создание барьерного заводнения [1]. Барьерное заводнение предназначено для создания водного барьера, разделяющего запасы нефти нефтяной оторочки и газа газовой шапки, предотвращения прорыва газа в нефтяные скважины и вторжения нефти в газовую шапку. При этом способ заканчивания и размещение нагнетательных скважин зависит от параметров пласта, активности газовой шапки и наличия ниже- и вышележащих объектов разработки.

Выбор рациональной системы разработки является одной из главных задач при проектировании [2]. Оптимальное расположение нагнетательных скважин относительно добывающих ГС позволит не допустить прорыва газа, преждевременного обводнения добывающих скважин и достичь максимальных технико-экономических показателей разработки месторождения.

Разработка верейских отложений Чутырского месторождения осложнена наличием активной газовой шапки и малыми значениями нефтенасыщенной толщины. В таблице 1 представлены основные геолого-физические характеристики верейского объекта Чутырской площади.

Анализ разработки месторождения показал, что на площади имеются участки, не вовлеченные в разработку.

Для определения рациональной системы разработки газонефтяных месторождений с активной газовой шапкой применялся следующий алгоритм:
- подготовлена и создана секторная гидродинамическая модель (ГДМ) верейских и башкирских отложений среднего карбона выбранного месторождения;
- выполнена адаптация модели;
- проведен анализ результатов моделирования;
- проведены многовариантные расчеты в программном комплексе «Rexlab».

Секторная модель выполнена по краевой зоне нефтяной оторочки и включает 315,1 тыс. активных ячеек (рис. 1). Для учета макронеоднородности продуктивных слоев была использована сетка с размерностью 50×50×0,2 м. В модель загружена необходимая для адаптации промысловая информация.

Адаптация 3D-модели производилась посредством модификации вида кривых относительных фазовых проницаемостей и зависимости коэффициента проницаемости от коэффициента пористости.

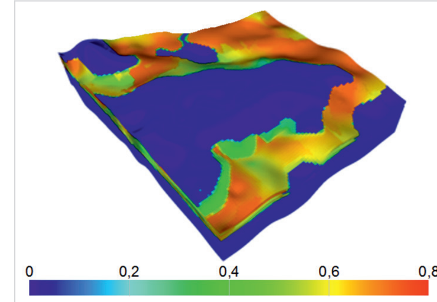

Рис. 1. Куб нефтенасыщенности по кровле коллектора
Fig. 1. Oil saturation cube on the top of the reservoir

Табл. 1. Геолого-физическая характеристика пластов верейского объекта
Tab. 1. Geological and physical characteristics of the layers of the verei object

Средняя нефтенасыщенная толщина, м	6,4
Коэффициент проницаемости, мД	176
Коэффициент нефтенасыщенности, д. ед.	0,72
Коэффициент пористости, д. ед.	0,18
Газосодержание, м³/т	23,5

Полученные результаты адаптации (рис. 2) позволяют сделать вывод, что построенная секторная ГДМ адекватно отражает процессы, происходящие в пласте, и может быть использована для прогнозирования процесса разработки.

В секторной гидродинамической модели рассмотрены рядные системы с различным соотношением добывающих ГС и нагнетательных наклонно-направленных скважин (ННС) (рис. 3).

Для всех систем просчитано разное время отработки нагнетательных скважин на башкирских отложениях с последующим их переводом на поддержание пластового давления (ППД) на верейских отложениях с шагом в 1 месяц: от запуска скважин в ППД без отработки до перевода в ППД через 12 месяцев. При этом также рассматривалось нетипичное расположение скважин ППД (системы 122 и 124). Параметры a и b также были проварьированы для каждой системы с шагом 50 м: от 100 до 300 м для параметра a и от 100 до 200 м для параметра b.

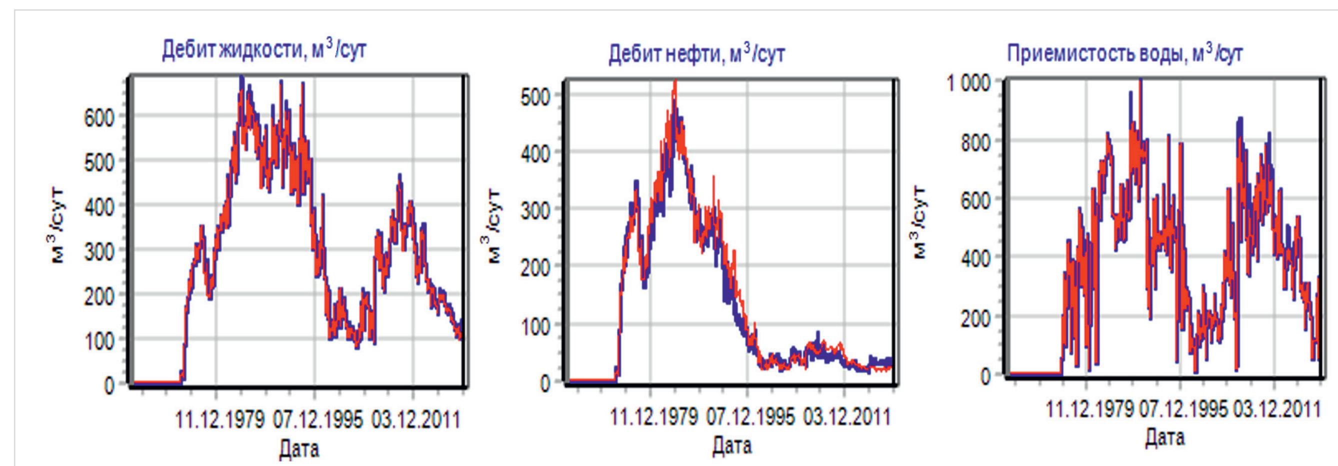

Рис. 2. Результаты адаптации ГДМ (синий график — фактические параметры; красный график — расчетные параметры)
Fig. 2. HDM adaptation results (blue graph – actual parameters; red graph – calculated parameters)

Рис. 3. Элементы систем разработок
Fig. 3. Elements of development systems

Параметр a характеризует расстояние между нагнетательными ННС, а параметр b — расстояние между добывающей ГС и нагнетательными ННС.

Рациональная система разработки выбиралась исходя из соотношения NPV с Га — КИН (рис. 4).

Под NPV с Га понимается NPV, полученный с 1 гектара, занимаемого элементом системы разработки (рис. 3).

По результатам расчета рациональной системой по соотношению КИН — NPV является система 121 с параметром a — 300 м и параметром b — 150 м. Система позволяет достичь максимальных технико-экономических показателей разработки месторождения. На рисунке 5 представлен разрез продуктивного пласта с расположением нагнетательных и добывающих скважин системы 121.

Рекомендуемое время перевода ННС в ППД определялось из соотношения NPV с Га — время перевода. Оптимальным временем перевода, при котором обеспечивается минимальный риск прорыва газа к добывающим скважинам при максимальной выработке нижележащих башкирских отложений, согласно многовариантным расчетам, является 3 месяца (рис. 6).

В результате проделанной работы была определена рациональная система разработки газонефтяного месторождения с оптимальным соотношением и расположением добывающих и нагнетательных скважин. Определено рекомендуемое время перевода ННС в ППД.

Итоги

Рекомендации по выбору рациональной системы разработки верейских отложений Чутырского месторождения:

- необходимо применить систему 121;
- расстояние между нагнетательными скважинами одного элемента системы должно составлять 300 м;
- расстояние от нагнетательных скважин до ГС должно составлять 150 м;
- для выработки нижележащих отложений ННС должны переводиться в ППД через 3 месяца от запуска их в эксплуатацию.

Подобранная система в полной мере обеспечивает компенсацию отборов и не допускает прорыва газа из газовой шапки.

Выводы

- С помощью многовариантного моделирования можно определять рациональную систему разработки.
- Опыт применения приведенной в статье методики можно перенести на любое месторождение с нефтяной оторочкой малой толщины и активной газовой шапкой.

Литература

1. Топал А.Ю., Фирсов В.В., Зорин А.М., Цепелев В.П., Успанов Т.С. Особенности разработки карбонатных пластов месторождений ОАО «Удмуртнефть» с нефтяными оторочками и газовыми шапками с применением барьерного заводнения // Нефтяное хозяйство. 2019. № 6. С. 46–49.
2. Галеев Р.Р., Зорин А.М., Колонских А.В., Хабибуллин Г.И., Мусабиров Т.Р., Судеев И.В. Выбор оптимальной системы разработки низкопроницаемых пластов с применением горизонтальных скважин с множественными трещинами гидроразрыва // Нефтяное хозяйство. 2013. № 10. С. 62–65.

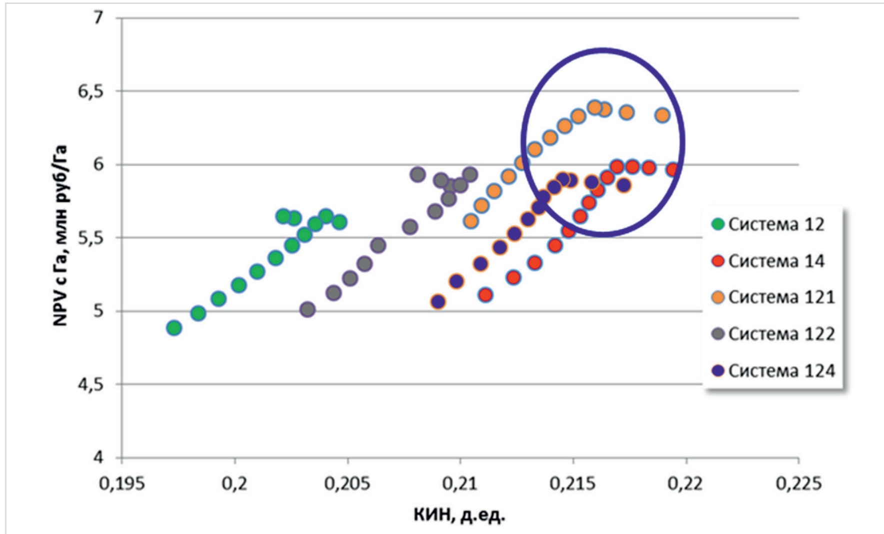

Рис. 4. Результаты расчетов NPV с Га — КИН
Fig. 4. Results of calculating NPV with Ha – KIN

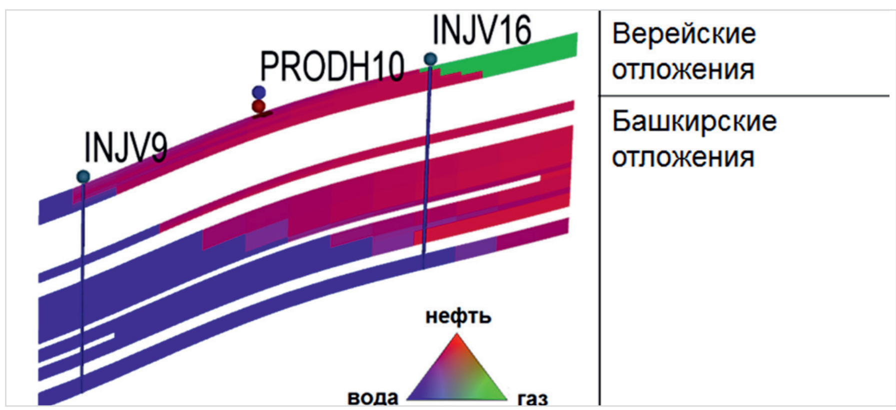

Рис. 5. Разрез продуктивного пласта
Fig. 5. Productive formation section

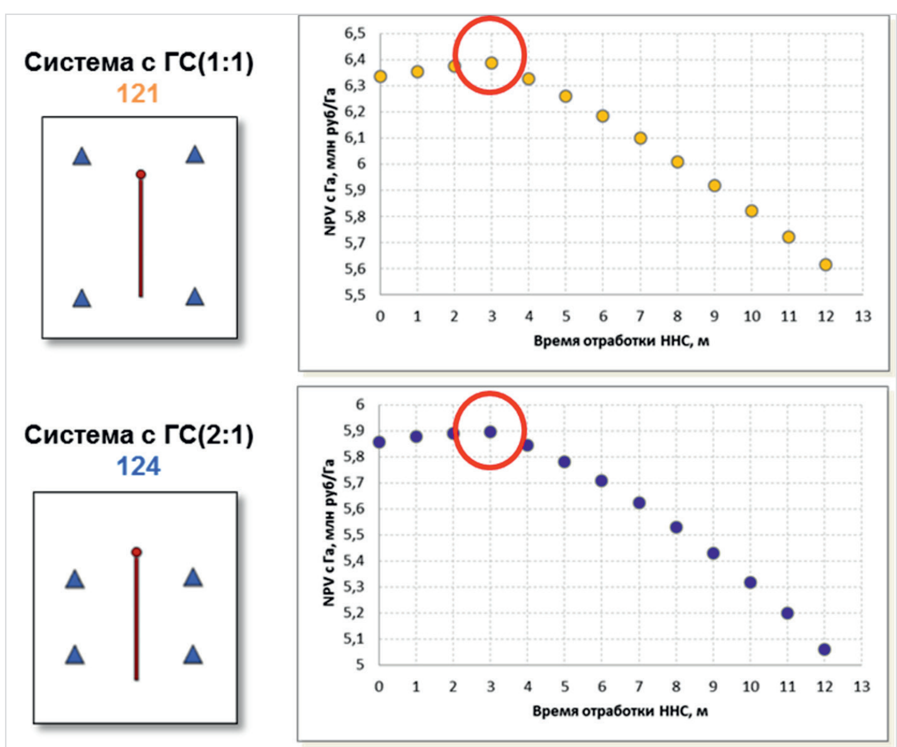

Рис. 6. Результаты расчетов по определению оптимального времени отработки ННС
Fig. 6. The results of calculations to determine the optimal time for operating the oil pumping station

ENGLISH

Results

Recommendations for choosing a rational system for the development of the Vereisk deposits of the Chutyrskoye field:

- system 121 must be applied;
- the distance between the injection wells of one element of the system should be 300 m;
- the distance from injection wells to horizontal wells should be 150 m;
- to develop the underlying sediments, the oil pumping stations must be transferred to the reservoir pressure maintenance in 3 months from their commissioning.

Conclusions

- With the help of multivariate modeling, you can determine a rational development system.
- The experience of using the method described in the article can be transferred to any field with a thin oil rim and an active gas cap.

References

1. Topal A.Yu., Firsov V.V., Zorin A.M., Tsepelev V.P., Usmanov T.S. Features of the development of carbonate oil rims with the presence of extensive gas caps using barrier waterflooding of fields of Udmurtneft Ojsc. Oil Industry, 2019, issue 6. P. 46–49. (In Russ).
2. Galeev R.R., Zorin A.M., Kolonskikh A.V., Habibullin G.I., Musabirov T.R., Sudeev I.V. Optimal waterflood pattern selection with use of multiple fractured horizontal wells for development of the low-permeability formations.Oil industry, 2013, issue 10, P. 62–65. (In Russ).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ I INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Полозов Михаил Брониславович, к.б.н., доцент кафедры РЭНГМ, Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева, Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия
Для контактов: michael999@inbox.ru

Potapov Konstantin Radislavovich, 2nd year master's student, Udmurt state university, Institute oil and gas M.S. Gutseriev, Izhevsk, Russia

Потапов Константин Радиславович, студент 2 курса магистратуры, Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева, Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

Трубицына Наталья Геннадьевна, к.ф-м.н., доцент кафедры РЭНГМ, Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева, Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

Борхович Сергей Юрьевич, к.т.н., доцент кафедры РЭНГМ, Институт нефти и газа им. М.С. Гуцериева, Удмуртский государственный университет, Ижевск, Россия

Polozov Michail Bronislavovich, ph. d., associate professor, Udmurt state university, Institute oil and gas M.S. Gutseriev, Izhevsk, Russia
Corresponding author: michael999@inbox.ru

Trubicyna Natalia Gennadevna ph. d., associate professor, Udmurt state university, Institute oil and gas M.S. Gutseriev, Izhevsk, Russia

Borkhovich Sergey Yurievich, ph. d., associate professor, Udmurt state university, Institute oil and gas M.S. Gutseriev, Izhevsk, Russia