



УДК 622.279

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОГРАНИЧЕНИЮ ВОДОПРИТОКОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГАЗОКОНДЕНСАТНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ

EVALUATION OF THE EFFECTIVENESS OF MEASURES TO LIMIT WATER INFLOWS IN THE DEVELOPMENT OF GAS CONDENSATE DEPOSITS

Плазун Александр Викторович

аспирант кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», Тюменский индустриальный университет
plazunav@yandex.ru

Инякина Екатерина Ивановна

кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», Тюменский индустриальный университет
injakinaei@tyuiu.ru

Фоминых Олег Валентинович

доктор технических наук, профессор кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений», Тюменский индустриальный университет
fominyhov@tyuiu.ru

Аннотация. В работе рассматривается комплекс мероприятий по увеличению производительности скважин и повышению газо- и конденсатоотдачи. Одним из таких мероприятий являются работы по ограничению притока пластовой и подошвенной воды в скважинах, эксплуатирующих пласты XM_2 и XM_3 Бованенковского месторождения. Поэтому задача продления безводной работы скважин остается важнейшей задачей. Вследствие литологии залежи добыча углеводородов неизбежно будет сопровождаться добычей воды, проведение работ, предупреждающих водопроявление, позволит продлить безводный или маловодный период работы скважин и эксплуатировать их более рентабельно. Так, одним из путей решения проблемы обводнения скважин является разработка новых эффективных технологий в сложных гидродинамических условиях путем надежного тампонирувания каналов поступления воды.

Ключевые слова: обводненность продукции скважин, поступления воды, мощность пласта, водоизоляционные работы, безводная эксплуатация, влагосодержание.

Plazun Alexander Viktorovich

Postgraduate Student of the department «Development and operation of oil and gas fields», Tyumen Industrial University
plazunav@yandex.ru

Inyakina Ekaterina Ivanovna

Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department «Development and operation of oil and gas fields», Tyumen Industrial University
injakinaei@tyuiu.ru

Fominykh Oleg Valentinovich

Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department «Development and operation of oil and gas fields», Tyumen Industrial University
fominyhov@tyuiu.ru

Annotation. The paper considers a set of measures to increase well productivity and increase gas and condensate recovery. One of such activities is the work to limit the inflow of formation and bottom water in wells operating the KhM_2 and KhM_3 formations of the Bovanenkovskoye field. Therefore, the task of extending waterless operation of wells remains the most important task. Due to the lithology of the deposit, the production of hydrocarbons will inevitably be accompanied by the production of water, and work to prevent water intrusion will extend the waterless or dry period of well operation and operate them more profitably. Thus, one of the ways to solve the problem of well watering is the development of new effective technologies in difficult hydrodynamic conditions by reliable plugging of water supply channels.

Keywords: water cut of well production, water inflow, reservoir thickness, water shut-off works, waterless operation, moisture content.

В комплекс мероприятий по увеличению производительности скважин и повышению газо- и конденсатоотдачи входят водоизоляционные работы по ограничению притока пластовой и подошвенной воды. На стадии опытно-промышленной разработки газоконденсатных залежей происходит обводнение вертикальных и горизонтальных скважин в процессе эксплуатации по причине некачественного цементаж по заколонному пространству. Данное явление приводит к осложнению в виде снижения дебита пластового газа, созданию песчаных пробок и др. Увеличение бездействующего фонда скважин, по причине обводнения газоконденсатной залежи свидетельствует о малой эффективности внедряемых водоизоляционных технологий.

Обводненность продукции в целом по газовой промышленности России неуклонно растет. К настоящему времени она продолжает увеличиваться и обводненные скважины активно пополняют бездействующий фонд. Среди них значительную долю составляют скважины, обводнившиеся до нерентабельной добычи углеводородов, в том числе и не давно вышедшие из бурения. Анализ разра-



ботки месторождений показывает, что основную часть эксплуатации залежи составляет водный период, сокращающий срок безводной эксплуатации. Поэтому задача продления безводной работы скважин остается важнейшей задачей [1, 2, 3].

На месторождениях, где вследствие литологии пласта добыча углеводородов неизбежно будет сопровождаться добычей воды, проведение работ, предупреждающих водопроявление, позволит продлить безводный или маловодный период работы скважин и эксплуатировать их более рентабельно. Используемые в настоящее время методы строительства скважин не обеспечивают долговременности их эффективной эксплуатации. Из анализа литературных источников видно, что вопросам водоизоляции (ВИР) уделяется внимание главным образом на стадиях разработки месторождений, т.е. ликвидации уже возникших проблем, причем при невысоких показателях успешности. Одним из путей решения проблемы преждевременного обводнения скважин является разработка новых эффективных технологий строительства в сложных геологических и гидродинамических условиях путем надежного тампонирувания каналов поступления воды, не снижая продуктивности скважин [4, 5, 6].

На Бованенковском месторождении поданным ГИС бурение эффективная мощность в газонасыщенной части пластов ХМ₂ и ХМ₃ равна 15,10 метра, коэффициент проницаемости равен ($K_{пр} = 20.59$ мД). В интервале перфорации продуктивного пласта: $h_{эф} = 9.3$ м, $K_{пр} = 25.05$ мД. Поданным геофизических исследований (ГИС) до водоизоляционных работ (ВИР) эффективная мощность залежи равна 7,0 м, $K_{пр} = 4.694$ мД. С учётом проведения ВИР установкой ЦМ с кровлей на глубине 1627.6 метров (в интервале естественного флюидоупора 1627.6–1635.7 м): $h_{эф} = 9.3$ м, $K_{пр} = 25.05$ мД.

Исходя из данных геологического моделирования, эффективная толщина в контуре питания скважины №11308 ориентировочно составляет 15.1 метров. Она расположена в присводовой части (на северном крыле) Бованенковского куполовидного поднятия. Эксплуатационным объектом являются пласты ХМ₂ и ХМ₃, вскрытые в интервалах 1549.0–1609.1 м (а.о. – 1238.0–1253.9 м) и 1621.0–1759.8 м (а.о. – 1257.0–1293.6 м) соответственно. Интервал установки фильтра ФС-168: 1543.73–1632.53 м (а.о. – 1236.63–1260.07 м). С начала эксплуатации скважина работала с дебитами газа от 230 тыс.м³/сут. до 300 тыс.м³/сут, находилась в работе 2026 часов.

Расчёт прогнозного дебита скважины № 11308 выполнен в модуле Amethyste программного комплекса. Для расчёта потенциального дебита скважины с учетом проведения ВИР на момент предположительного окончания ВИР. По результатам моделирования дебит скважины при скин-факторе равном 0 и $\Delta P = 3.766$ МПа составит 95 тыс. м³/сут, расчётная скорость потока на башмаке НКТ равна 4.97 м/с. На основании указанных выше данных по геолого-техническому состоянию скважины целесообразно выполнить следующие работы в составе капитального ремонта:

- глушение скважины;
- извлечение лифтовой колонны с КПО;
- восстановление искусственного забоя;
- ГИС с целью определения технического состояния скважины и текущего ГВК;
- ВИР установкой ЦМ с кровлей на глубине 1627.6 м (в интервале естественного флюидоупора 1627.6–1635.7 м);
- реперфорация ЭК (при необходимости);
- спуск лифтовой колонны с КПО;
- отработка скважины по факельной линии;
- гидрофобизация ПЗП;
- ГДИ;
- запуск в шлейф/вывод из бездействия.

По результатам расчета прогнозного дебита, скважина обладает достаточным эксплуатационным потенциалом для работы в газосборный коллектор (ГСК) после проведения ВИР. При условии работы скважины газом без жидкости и механических примесей, на момент предположительного окончания ВИР, расчётный дебит составит 95 тыс. м³/сут при $S = 0$, скорость потока при работе скважины в шлейф – 4.97 м/с. Скорость потока достаточна для выноса жидкости с забоя и стабильной работы скважины в шлейф.

Таким образом выявлено, что вероятной причиной является поступление пластовой воды в скважину через подошву фильтра. В результате проведения ВИР было восстановлено работоспособное состояние скважины. Также определено технического состояния скважины и текущее ГВК, установлен цементный мост (ЦМ) с кровлей на глубине 1627.6 м (в интервале естественного флюидоупора 1627.6–1635.7 м). По результатам расчета прогнозного дебита, скважина обладает достаточным эксплуатационным потенциалом для работы в ГСК после проведения ВИР. При условии работы скважины газом без жидкости и механических примесей, на момент предположительного окончания ВИР, расчётный дебит составит 95 тыс. м³/сут при $S = 0$, скорость потока при работе скважины в шлейф – 4.97 м/с. Данная скорость потока достаточна для выноса жидкости с забоя и стабильной работы скважины в шлейф.

**Список литературы:**

1. Результаты ликвидации притоков воды в скважинах, дренирующих газоконденсатные залежи / Е.В. Ваганов [и др.] // Наука. Инновации. Технологии. – 2022. – № 2. – С. 7–24.
2. Особенности разработки нефтегазовых залежей месторождений Западной Сибири / И.И. Краснов [и др.]. – М., 2021. – С. 160.
3. Инякина Е.И., Краснов И.И., Инякин В.В. Опыт разработки нефтегазоконденсатных месторождений с осложненной геолого-физической характеристикой // Нефть и газ: опыт и инновации. – 2017. – № 1. – С. 41–56.
4. Диагностика источников водопитока и перспективы технологий ограничения прорыва воды в скважины / И.И. Краснов [и др.] // Нефть и газ: опыт и инновации. – 2019. – Т. 3. – № 1. – С. 20–34.
5. Абраев Н.С., Инякин В.В., Краснова Е.И. Анализ применения водогазового воздействия на продуктивные пласты // Академический журнал Западной Сибири. – 2014. – Т. 10. – № 4 (53). – С. 11.
6. Краснов И.И., Инякина Е.И. Перспективы разработки осложненных нефтегазовых залежей с применением геолого-технических мероприятий // Нефть и газ: опыт и инновации. – 2018. – Т. 2. – № 2. – С. 29–52.

List of references:

1. Results of liquidation of water inflows in the wells draining gas–condensate deposits / E.V. Vaganov [et al.] // Science. Innovations. Technologies. – 2022. – № 2. – P. 7–24.
2. Peculiarities of development of oil and gas deposits in Western Siberia / I.I. Krasnov [et al.] – M., 2021. – P. 160.
3. Inyakina E.I., Krasnov I.I., Inyakin V.V. Experience in the development of oil–gas–condensate deposits with complicated geological and physical characteristics // Oil and Gas: experience and innovations. – 2017. – № 1. – P. 41–56.
4. Diagnosis of sources of water inflow and prospects of technologies to limit water breakthrough in wells / I.I. Krasnov [et al.] // Oil and Gas: experience and innovations. – 2019. – V. 3. – № 1. – P. 20–34.
5. Abraev N.S., Inyakin V.V., Krasnova E.I. Analysis of application of water–gas impact on productive formations // Academic Journal of Western Siberia. – 2014. – V. 10. – № 4 (53). – P. 11.
6. Krasnov I.I., Inyakina E.I. Prospects of development of complicated oil–and–gas deposits with the use of geological and technical measures // Oil and Gas: experience and innovations. – 2018. – V. 2. – № 2. – P. 29–52.